# عصور المطر في صحارى العالم الإسلامى

دكتور / جودة حسنين جودة

## عـرض للمشـكلة :

لقد تميز الزمن الرابع بحدوث تغيرات مناخية شملت الأرض جميعها، وكان للهبوط السريع في درجات الحرارة، مع ازدياد التساقط في هيئة ثلج، أثره في تجليد النطاقات الشمالية، بل والجبال الشامخة في النطاق الحار ذاتـه، وإن اقتصر التجليد هنـا على الفترتـين الباردتـين الأخيرتين (ريس وفورم) . وقد حدث التجليد في فترات تراوح عددها بين ثلاث وسـت، تعاقبت مع فترات دفء فصلت بينها .

وقد تبين حدوث تتابع مشابه لفترات رطبة وأخرى جافة أثناء المليون سنة الأخـيرة، وأمكن اقتفاء آثارها في كثير من جهات الصحارى الإسلامية(*) المدارية وشبه المدارية التي تقع في مهب الرياح التجارية الجافة، وقد تعرف «هل E.Hull على مثلها في فلسطين في أواخر القرن الماضي، وهو الذي أطلق عليها كلمة بلوفيال Pluvial ، أي فترة مطر، وسميت الفترات الجافة فيما بعد بالفترات غير المطيرة Inter-Pluvial .

وبسبب اجتماع حدوث كلتا الظاهرتين (تتابع الجليد والمطر) في زمن واحد هو الزمن الرابع، وعن طريق دراسات متيورولوجية معلومة، أصبح ينظر لفترات المطر على أنها نتاج لتأثير فترات الجليد (خارج النطاق الحار)، كما أصبح في الإمكان النظر إلى فترات الجفاف (غير المطيرة) على أنها نتاج لتأثيرات فترات الدفء (غير الجليدية) .

(*) نقصد بالصحارى الإسلامية هنا تلك الأراضي التي يشغلها النطاق الصحراوي المحصور بين دائرتي العرض ١٤ـ٣٤° شمالا تقريبا في قارتي إفريقيا وآسيا، ويشمل الصحراء الكبرى الإفريقية وبادية الشام وشبه الجزيرة العربية وإيران وصحراء ثار، وقد فضلنا استخدام هذه العبارة المختصرة بدلا من «صحارى العالم الإسلامي» لكثرة ورودها في البحث .

وهنا يبرز سؤالان : الأول، هل هناك توافق حقيقي من حيث الزمن والمسببات بين فترات المطر فى الصحارى الإسلامية، وفترات البرودة (الجليد) الشمالية خلال الزمن الرابع ؟ وإذا كانت الإجابة نعم ، فحينئذ يظهر السؤال الثاني :

هل حدثت فترات المطر في كل أجزاء الصحارى الإسلامية بطريقة متماثلة ومتعاصرة ابتداء من هامشها الشمالي إلى هامشها الجنوبي ؟

وهناك تساؤلات نفرد لها دراسة خاصة في نهاية هذا البحث، وهي :
ما مدى أهمية الفترات المطيرة السالفة لمناطق العمران الحالية في الصحارى الإسلامية ؟ وإلى أي حد يمكن استغلال خزانات المياه الأرضية «الحفرية» ؟ وهل هي بمثابة مصادر مياه متناقصة، أم أن هناك عمليات تعويض ؟

وللإجابة على السؤالين الأولين نقسم الصحارى الإسلامية إلى أربع نطاقات عرضية متوالية من الشمال إلى الجنوب، يوضحها الشكل رقم (١) . ويعرض الشكل في أعلاه، للمقارنة، التطور المناخي لوسط أوروبا (أحواض وسط أوروبا) على اعتبار أن وسط أوروبا يتميز بأنه إقليم مجاور نوعا ما للصحارى الإسلامية، وبأنه أكثر الأقاليم الواقعة خارج النطاق المداري حظوة بالبحث والدراسة .

وتقسيم الصحارى الإسلامية إلى نطاقات عرضية كأساس لهذه الدراسة مفيد للغاية، فهنا نجد أنفسنا في منطقة مثالية للتقسيم النطاقي بالنسبة للظروف المناخية، وتجري هوامشها في الشمال وفي الجنوب، ومثلها المرتفعات التي تحف بها، من الغرب إلى الشرق، وتستمر الصحراء الإسلامية في افريقيا، وتمتد على طول محور ينحني انحناء هينا صوب شرق الشمال الشرقى إلى الصحراء الإسلامية في آسيا في كل من بادية الشام وشبه الجزيرة العربية وإيران وأفغانستان .

ويوضح الشكل التتابع المناخي منذ فترة التحول من عصر المايوسين إلى عصر البلايوسين حتى وقتنا الحاضر، أي في أثناء فترة زمنية تتراوح بين ١٠ ـ ١٢ مليون سنة . وقد اعتمدنا في بناء الشكل على البيانات العلمية المستقاة من مختلف فروع الدراسات الطبيعية، وتقسيم شواهدها المناخية .

ويبين الشكل الحالة المناخية من حيث الرطوبة والحرارة لكل فترة زمنية بالقياس للحالة المناخية لعصرنا الحاضر، (فيما إذا كان مناخ الفترة الزمنية مشابها أو مغايرا لمناخ العصر الحالى) .

وهناك نقص واضح في المخلفات الباقية، خصوصا في مخلفات الفترات الجيولوجية الأقدم . ولهذا فإن عرضنا لخصائص مناخ عصر البلايوسين، وللقسمين الأقدم والقديم من عصر البلايوستوسين يعتبر عاما إلى حد كبير. ومع هذا فمن أجل تسهيل إجراء المقارنات عمدنا إلى استخدام الرموز نفسها للفترات الزمنية الأحدث أيضا . ولما كانت المعلومات الخاصة بفترة جليد فورم وبعصر الهولوسين أكثر وأدق، فقد رأينا تكبير المقياس الزمني للرسم في ذلك الاتجاه .

هذا ويرتبط عصر الهولوسين ارتباطا وثيقا بالتاريخ المناخي للعصر الجليدي (المطير)، وتتركز أهمية الهولوسين هنا في أننا نعرف، على الأقل بالنسبة للعصر الحديث بمعناه الضيق، الدورة الهوائية العامة على وجه الدقة، ولهذا فإن الدراسات والأبحاث المتيورولوجية الخاصة بمناخ العصر الجليدي تبدأ دائما من الهولوسين. أما نشوء العوامل التي حددت وقررت مناخ العصر الجليدي فإنها قد تأصلت وتطورت في عصر سابق له، وعلى وجه التحديد في البلايوسين الأعلى. ونذكر من بين تلك الضوابط المناخية: توزيع اليابس والماء حينذاك، ورفع الجبال، وإمكانية وجود ثلاجات ضخمة، وموضع القطبين .. وحتى إذا افترضنا أن الإشعاع الشمسي ظل كما كان دون تغير، وهذا غير محتمل، فإن تنوع الضوابط المناخية الأرضية المذكورة لا شك قد منح لمناخ البلايوسين الأعلى ولمناخ تابعه عصر البلايوستوسين مميزات وخصائص، تختلف اختلافا واضحا عن خصائص مناخ عصر الهولوسين، ولهذا فإن صورة التتابع المناخي في العصر الجليدي ينبغي وصلها وربطها بالتتابع المناخي في عصر البلايوسين، ذلك التتابع الذي أدى في النهاية إلى تلك الصورة . وهذا ما دعانا إمى التوغل فى الماضي لتشمل هذه الدراسة عصر البلايوسين .

# التتابع المناخي في أحواض وسط اوربا

كانت حرارة جو الأرض في أثنا عصور الزمن الثالث حتى عصر البلايوسين شديدة، ووصلت ظروف المناخ المداري إلى العروض الوسطى، وأحوال المناخ شبه المداري حتى العروض القطبية الحالية . ولم تتغير هذه الظروف المناخية فوق «الأرض المدارية القديمة» كما يسميها بيدل J. Buedel (١٩٦٢) ـ من وجهة الحرارة حتى عصر المايوسين الأعلى إلا قليلا، لكن قد حدث تغير وتعاقب بين فترات رطبة وأخرى جافة . وقد انخفض المعدل الحراري في وسط أوربا أثناء البلايوسين الأسفل أو فترة «بونت»، (أي منذ ١٠ ـ ١٢ مليون سنة)، عنه في أوائل الزمن الثالث بوضوح، ولكنه احتفظ بمعدل حراري يشبه مثيله دون المداري الحالي (Schwarzbach 1971, Winkler 1867) .

وقد تبع البلايوسين الأسفل انخفاض تدريجي في الحرارة ، استمر أثناء أواسط وأواخر ذلك العصر، ومن ثم حدث تراجع تدريجي لظروف مناخ «الأرض المدارية القديمة» نحو دائرة الاستواء . ولكن درجة الانخفاض الحراري أثناء البلايوسين لم تكن بذات أهمية بالقياس إلى الانخفاض الحراري السريع الذي ظهر جليا في أوائل عصر البلايوستوسين، والذي بلغ شأنه بعد انقضاء نحو ٤٠٠٠٠٠ سنة من بداية ذلك العصر، حين تحول مناخ وسط أوروبا إلى أحوال المناخ القطبي، وبدأت بذلك أول فترة جليدية حقيقية، وهي فترة الدانوب، أو فترة جونز Pre-Guenz منذ نحو ٦٠٠٠٠٠ سنة .

ويمكن القول عامة، وبناء على الموقف العلمي الحالي ـ (انظر Woldstedt 1876) ـ بأن التغير المناخي الحراري نحو البرودة كان تدريجيا وبطيئا نوعا ما ابتداء من عصر الأوليجوسين الأعلى (١٨° م) ، إلى عصر المايوسين (١٦° م) ، ثم عصر البلايوسين (١٤° م)، لكنه كان سريعا من الأخير إلى بداية عصر البلايوستوسين (٩° م)، ثم إلى الفترة الجليدية الأولى (صفرْ م) .

وقد حدث التحول المناخي الحراري الحقيقي بحلول أول فترة جليدية، وهي فترة الدانوب وتتسم كل الفترات الباردة التالية بتطور وتتابع مناخي متماثل الخصائص : انخفاض حراري سريع نسبيا في الغلاف الجوي، مقداره حوالى ٨° م، ونحو نصف هذا القدر (أي ١٦° م) في طبقة الجو السفلي القريبة من سطح الأرض في إقليم وسط أوربا، ثم ارتفاع حراري مشابه السرعة يصل إلى معدل حراري يقرب من المعدل الحراري لعصر الهولوسين، وذلك في فترات الدفء فيا بين فترات الجليد .

وفي أول كل فترة جليدية كان الجفاف يبلغ اقصاه (جودة ١٩٦٢م، ١٩٦٦م و Poser 1867) . وقد حدثت ذبذبات حرارية كبيرة خلال كل فترة جليدية، بحيث أمكن تقسيم كل منها إلى قسمين أو ثلاثة أقسام، وتشذ عن ذلك بعض الشيء فترة جليد فورم التى يعتبرها البعض (بيدل ١٩٧١ وفنك Fink ١٩٧٢م) موجة مناخية متحدة مترابطة، لم يصبها الاضطراب إلا في صورة ذبذبات دفيئة ثانوية، وإن كنا نرى فيها مرحلتين دفيئتين، إحداهما شديدة الوضوح. وقد تبع فترة فورم الجليدية موجات مناخية أقصر في أواخر الجليد Spaetglazial وما بعد الجليد Pastglazial .

## التتابع المناخي في الهامش الشمالي للصحارى الإسلامية

### جنوب جبال أطلس، طرابلس الغرب وبرقة، بادية الشام، إيران وأفغانستان

استطاع كل من كنيتش Knetsch (١٩٥٠م) وجودة (١٩٧٣م) في مجال النطاق الشمالي من ليبيا، وبيدل (١٩٦٢م) في جنوب الجزائر، وميرازاييف Mirzayev (١٩٦٢م) وبروناكر Brunnacker(١٩٧٠) وكايزر Kaiser (١٩٧٣م) في سوريا، وبوردون Burdon (١٩٦٩م) وبندر Bender (١٩٧٤م) في الأردن، أن يحققوا حدوث سلسلة متتابعة تتكون من أربع إلى خمس فترات مطيرة، فصلت بينها فترات جافة، وقد تمكنوا من الوصول إلى ذلك عن طريق

الربط بين المصاطب النهرية، ومصاطب الأودية والأرصفة البحريـة، وقطاعـات المغـارات، والقشور الجيرية، والأجيال الكارستية، كما اعتمد كايزر على نتائج تحليل كربون ١٤ في تحديد أعمار إرسابات الزمن الرابع في سوريا .

وتؤكد هذه النتائج أبحاث مينشنج Mensching (١٩٥٥ ـ ١٩٦٠) وأبحاث شوبـير Choubert (١٩٥٧)، اللذين تمكنا من التمييز الواضح بين ست فترات مطيرة في المغـرب العربي، هي: فترة الجير البحيري، والفترة المولوية Moulouyen، والفترة الساليتية Saletien ، والعامرية Amerien ، ثم التنسيفيتية Tensiftien ، وأخيرا الفترة السلطانية Soltanien . وقد قاما بموازاتها من الأقدم إلى الأحدث على التوالي بفترتين باردتين فيما قبل جونز، ثم بفترات جليد جونز ومندل وريس وفورم. وقد توصلا إلى هذه النتائج (على الخصوص مينشنج) عن طريق الربط بين سطوح البديمنت الواسعة التي تكونت أثناء تلك الفترات المطيرة، وركامات أطلس العليا (بالنسبة لقسمي جليد ريس، وجليد فورم)، كما أمكن لهذين الباحثين إقامة الدليل على تقابل فترات الجفاف (التي فصلت بين فترات المطر الآنفة الذكر) بفترات الدفء (غير الجليدية)، عن طريق الربط بين ما يعاصرها من الأرصفة البحرية الإيوستاتية، بالإضافة إلى موازاة هذه الفترات المناخية بحضارات ما قبل التاريخ .

وبناء على هذا يمكن القول : إنه بالنسبة لهذا الهامش الشمالي للصحارى الإسلامية قد تحققت معاصرة جميع الخمس أو الست فترات الباردة (الجليدية) البلايوستوسينية في وسط أوربا لنفس العدد من الفترات المطيرة الصحراوية. وبينما كانت ظاهرة الفترة الباردة في وسط أوربا تتسع وتمتد لتشمل النطاقات المجاورة، وتحتوى على النطاق القطبي بطبيعة الحال، فإننا نجد الفترة المطيرة المعاصرة لها لم يكن تأثيرها ليمتد إلا إلى نطاق صغير مجاور لمجالها .

ومن هذا التكرار المتشابه لظروف الجليد والمطر يتضح لنا أن فترات الجليد الشمالية كانت تتحكم في ظهور فترات المطر في الهامش الشمالي للصحارى الإسلامية، فبدون وجود جليد في الشمال لا تحدث فترة مطر في هذا الهامش الصحراوي. ويعزز هذا الاستنتاج عدم وجود آثار لفترات مطيرة واضحة في هذا النطاق فيما قبل البلايوستوسين وفيما بعده، أي لا فى الزمـن الثالث، ولا في الهولوسين (انظر شكل «١») .

# التتابع المناخي في النطاق الشمالي
# مـــن وســـط الصحـــارى الإســـلامية

## جنـوب الجزائـــر، ليبيـــا، مصر، شمال
## شبـــه الجزيـــرة العربيـــة، صحـــراء ثار

يتغير الوضع في هذا القسم الشمالي من وسط الصحارى الإسلامية الذي يشمل نطاقا يمتد من الجزائر عبر ليبيا ومصر إلى شمال شبه الجزيرة العربية، وعبر جنوب إيران إلى صحراء ثار، والذي يفترش رقعة فسيحة من الأرض فيما بين دائرتي العرض ٢٥ ـ ٣٠° شمالا على وجه التقريب. فهنا لا نجد من فترات المطر الخمس سوى فترتين واضحتين تعاصران فترتي جليد ريس وفورم .

وقد استطاع كنيتش Knetsch (١٩٦٢) في نطاق الحدود بين مصر وليبيا أن يقيم الدليل على حدوث فترتين مطيرتين شديدتي الوضوح، تعاصران الفترتين الجليديتين الأخيرتين، كما تمكن بطريق الإشعاع الكربوني أن يثبت أن مخازن المياه الجوفية الحفرية الوفيرة الموجودة أسفل منخفضات الواحات المصرية الغربية يتراوح عمرها بين ٢٥٠٠٠ سنة و٤٥٠٠٠ سنة .

وفي مجال وادي النيل في مصر أمكن لبوتزر Butzer (١٩٥٨، ١٩٥٩) أن يثبت حدوث فترة مطيرة تعاصر جليد ريس، بالإضافة إلى فترة أخرى مطيرة تعاصر جليد فورم. وفضلا عن ذلك أشار إلى وجود آثار لفترات مطيرة أقدم، لكنها تفتقر إلى تأكيد موازاتها بفترات جليد شمالية (انظر أيضا Hansen and Butzer, 1968). ويمكن القول بصفة عامة وبالاتفاق مع نتائج أبحاث بفانينشتيل Pfannenstiel ( ١٩٦٣) أن مناخ مصر منذ التحول من عصر البلايوسين إلى عصر البلايوستوسين (امتداد لفترة مطيرة في البلايوسين الأعلى) وحتى فترتي المطر المعاصرتين لريس وفورم كان أقرب إلى الجفاف منه إلى الرطوبة .

وعلى الرغم من أن هذا النطاق لا يحوي آثارا واضحة لفترات مطيرة في البلايوستوسين القديم، فإنه يحوي الكثير من مخلفات فترة مطيرة، ترجع إلى أواخر الزمن الثالث. ففي جنوب الجزائر عثر بيدل (١٩٦٢) ومن بعده مكيلاين Meckelein (١٩٥٤) على طبقة من اللوم Loom الأحمر القديم، تغطي هضبة طادمايت Tademait الكريتاسية الفسيحة (بين دائرتي عرض ٢٧ ـ ٣٠ شمالا، ارتفاعها يناهز ٦٠٠م) بامتداد مئات الكيلومترات من الشمال إلى الجنوب . وتشير طبيعة طبقة اللوم الأحمر وموضعها وانتشارها فوق الهضبة بشكل حاسم إلى سيادة ظروف فترة رطبة طويلة جدا فيما قبل عصر البلايوستوسين، أي في القسم الأخير من الزمن الثالث. ومن المحتمل أنها استمرت من البلايوسين إلى البلايوستوسين الأقدم، وهذا ما أوضحناه فى الشكل رقم (١) .

وفى ليبيا عثر مكيلاين Meckelein (١٩٥٩م صفحات ٩٥، ١٢٩، ١٦٥) على لوم أحمر قديم النشأة، يغطي سطوح تعرية قديمة ، تتوج الهضبة البازلتية التي تدعى بجبل السودا بفزان، والتي تعلو إلى ارتفاع ٦٠٠م تقريبا، كما اكتشف الباحث نفسه مثل هذه التكوينات أيضا، وعلى ارتفاع مشابه، فوق قور طيبو على الهامش الشمالي لسرير تبستي. وقد أرجعها مكيلاين وكذلك كوبينا Kubiena (١٩٥٩م ، ١٩٦٣م) الذي فحص تلك التربات الحمراء بيدولوجيا، إلى فترة مطيرة حدثت في القسم الأخير من الزمن الثالث. ويتفق مع هذا زمنيا بقايا بحيرات الزمن الثالث التي وجدها ليفران Lefrane (١٩٥٧) فى منخفض الجفرة الشرقي (فزان)، وكذلك دور النشاط النهري أثناء البلايوسين الأعلى في مصر العليا الذي تعرف عليه بفانينشتيل (١٩٦٣م ، صفحات ٣٧٥ ـ ٣٧٩)، ودلل عليه بعديد من الشواهد المورفلوجية والجيولوجية. وقد كانت الروافد النيلية القديمة تأتي بالكثير من الرمال والحصى، وتدل مدرجات وديانها على أنها كانت تجري فصليا في ظلال ظروف مناخية شبه جافة. وبحسب ما يرى بفانينشتيل استمر هذا النشاط النهري حتى أوائل البلايوستوسين الأقدم، ثم أخذ المناخ في الجفاف التدريجي المستمر، وانطمست معالم شبكة الأودية بالكثبان الرملية .

وتصادف في هذا النطاق الشمالي من وسط الصحارى الإسلامية فترات مطيرة هولوسينية لأول مرة، فلم نجد مثلها في الهامش الشمالي. الأولى : ويسميها بوتزر «الفترة شبه المطيرة رقم (١) Subpluvial I »، تعاصر فترة التندرا الحديثة التي هي آخر ذبذبة جليدية في وسط أوربا.

والثانية: وهي «الفترة شبه المطيرة رقم (٢) Subpluvial II »، يرى بوتزر أنها تعاصر أواخر العصر الحجري المتوسط والعصر الحجري الحديث، أي مرحلة الدفء فيما بعد الجليد في وسط أوربا. والفترة الأخيرة : وهي فترة مطر هولوسينية تمثل هنا ظاهرة غريبة، لم نصادف مثلها في الهامش الشمالي للصحارى الإسلامية، لكننا سنجد مثلها في الجنوب ، وبصورة أكثر وضوحا .

ونخلص من هذا إلى القول بأن أوجه تشابه ما تزال واضحة بين فترات المطر في هذا النطاق الشمالي من وسط الصحارى الإسلامية وفترات المطر في هامشها الشمالي، لكننا نجد أوجه اختلاف ستتضح أكثر فأكثر في النطاقين اللذين يليانه جنوبا، وبعبارة أخرى نرى هذا النطاق بمثابة نطاق وسيط تتمثل فيه بعض من خصائص الشمال، كما تظهر فيه بعض من خصائص الجنوب .

## التتابع المناخي في النطاق الجنوبى من وسط الصحارى الإسلامية

### مرتفعات حجار ، جنوب ليبيا ، الهامش الشمالي للسودان، وسط شبه الجزيرة العربية

فى مجال عروض هذا النطاق من صحارينا الإسلامية درس كوبينا Kubicna (١٩٥٩) عديدا من التربات الحمراء، وطبقات سميكة من الكارولين، وأرجع نشأتها إلى فترة توغل بدايتها في القدم إلى أوائل الزمن الثالث . وإلى نفس النتيجة توصل بيدل Buedel (١٩٦٢) من خلال دراسته للسطوح التحاتية القديمة لمرتفعات الحجار على نفس العروض. وقد اتفق الباحثان على حدوث تعاقب لفترات الجفاف والرطوبة زمنيا ومكانيا أثناء تلك الفترة الدفيئة المديدة، التي استوعبت الزمن الثالث كله. فالأمر هنا يتعلق بأثر واضح لمناخ «الأرض المدارية القديمة» حين سادت ظروف مناخية مدارية وشبه مدارية فصلية الرطوبة، وشملت

قسما عظيما من العالم (صوب القطب حتى عروض وسط أوربا وجنوب إسكنديناوه). ففي عصر الميوسين سادت هذا النطاق الجنوبي من الصحارى الإسلامية ظروف مناخ السفانا بحرارتها ومطرها، واستمرت حتى أواخر عصر البلايوسين .

ويحل الجفاف بنطاقنا هذا مع بداية عصر البلايوستوستين، ويستمر حتى حوالي نهاية أواسطه، ولا تظهر الرطوبة مرة أخرى إلا في البلايوستوسين الحديث (ابتداء من فترة ريس، حتى نهاية أواسط فترة فورم) ثم في العصر الحجري الحديث عقب فترة جفاف في أواخر فورم وأوائل الهولوسين .

وحين نقارن التتابع المناخي الذي رأيناه في الهامش الشمالي من الصحارى الإسلامية بهذا التتابع المناخي في نطاق جنوب وسطها، نجد اختلافا كبيرا (انظر الشكل رقم «١») بل إن الصورة تبدو معكوسة. ففي الهامش الشمالي ساد الجفاف فيا قبل عصر البلايوستوسين وفيا بعده، أما في أثناء البلايوستوسين ذاته فقد ظهرت فترات المطر التي عاصرت فترات الجليد الأوربية. وعكس هذا نجده فى النطاق الجنوبي من وسط الصحارى الإسلامية، حيث سادت ظروف مناخ السافانا الفصلية عصر البلايوسين، واستمرت حتى مشارف البلايوستوسين. وببداية عصر البلايوستوسين شاع الجفاف واستمر، وسادت جيومورفولوجية الصحارى التي تتحكم في عمليات التعرية حتى عصرنا الحاضر .

ولا يقطع هذا التسلسل المناخي في نطاق جنوب وسط الصحارى الإسلامية سوى حدوث فترة رطبة واحدة واضحة في البلايوستوسين الحديث (انظر الشكل «١») . وقد تأكدت سعة انتشار ظروف مناخ تلك الفترة بالعثور على آثارها فى مصر، وفضلا عن ذلك أمكن الاستدلال على فترة رطبة ضعيفة نوعا ما تعاصر القسم الأول من العصر الحجري الحديث فى السودان (شفارتزباخ Schwartzbach ١٩٧٣م، بيدل ١٩٦٢م). ويظهر هذا التتابع المناخي الـذي وجدناه في هذا النطاق بشكل مماثل لكن بصورة أكثر مثالية ووضوحا في إقليم تشاد، وامتداده غربا في السنغال، وشرقا في شمال السودان وجنوب شبه الجزيرة العربية فيا بين دائرتي العرض ١٤ ـ ٢٠ شمالا على وجه التقريب (Buedel 1962) .

# التتابـــع المناخـــي فـــي الهامش الجنوبـــي للصحـــارى الإسلامية

## سنغال، تشاد، شمال السودان، جنوب شبه الجزيرة العربية

هذا التتابع المناخى الخاص بعصور المطر الذي وجدناه في النطاق الجنوبي من وسط الصحارى الإسلامية، يظهر بشكل مماثل وبصورة أوضح في هامشها الجنوبي، بين دائرتي العرض ١٤ ـ ٢٠° شمالا تقريبا، أي في النطاق المتاخم للمناخ السوداني الحالي الفصلي المطر (الموسمي) .

فهنا أيضا تظهر آثار ظروف مناخ «الأرض المدارية القديمة» واضحة وممثلة في جهات متعددة، منها شبه جزيرة كيب فردى، وفي هضبة سينجامبيا Senegambia ، حيث نجد طبقة حديدية سميكة تمثل قاعدة قطاع التربة الحالي، وهي تبدو مكشوفة في عديد من الأماكن، حيث يتم استغلالها في عدد من المواقع، ومنها المنطقة المحيطة بمدينة داكار (Buedel 1962 ). ويرجع تكوين هذه الطبقة على وجه التأكيد إلى ما قبل عصر البلايوستوسين .

وتتركب الطبقة من غطاء سميك من اللوم الأحمر القديم الذي تحول الآن إلى قشرة متصلبة من اللاتيرايت، وبعد تكوينه حدثت فترة جفاف طويلة يحتمل أنها شملت القسمين: الأقدم والأوسط من عصر البلايوستوسين. وفوق آثار تلك الفترة الجافة يرتكز «الغطاء الأحدث من اللوم الأحمر»، وهو قليل السمك غير متماسك إلا فى بعض أجزائه وفي مجال طبقة منه عليا يبلغ سمكها بين ١٠ ـ ١٢م، وعلى سطحه توجد أدوات حجرية عديدة، ترجع إلى القسم الأخير من الحضارة الموستيرية (Mauny 1949 ) .

وبناء على ذلك تشمل الفترة الرطبة التي خلالها تكون هذا اللوم الحديث أوائل فترة فورم

الجليدية، بل إنها قد توغل في القدم إلى فترة إيم Eem الدفيئة، بل إلى فترة ريس الجليدية أيضا، (لكن بدون ارتباط أو موازاة دقيقة بالتتابع المناخي بين البرودة والدفء في وسط أوربا ـ انظر شكل «١») . وعلى العموم يمكن القول بأنه قد حدثت هنا أيضا فترة مطيرة واضحة واحدة في البلايوستوسين الحديث تطابق مثيلتها في صحراء تشاد وشمال السودان ( Buedel 1965) .

وفوق هذا «اللوم الأحمر» الحديث الذي يغطي هضبة سينجامبيا تراكم نطاق من الكثبان القديمة (الحفرية)، الذي ترجع نشأته إلى أوائل عصر الهولوسين، وقد أمكن تحديد عمره عن طريق وجود عديد من مخلفات العصر الحجري الحديث في مستويات جزئه العلوي، وهو نفس النطاق الذي يمتد شرقا، ويغلق بحيرة تشاد. ولما كانت هذه البحيرة ـ رغم طبيعتها المغلقة ـ تحوي مياها عذبة، فإن نشأتها ـ وبالتالي نشأة الكثبان التي تكتنفها ـ حديثة نوعا ما .

وقد أشرنا سلفا إلى الامتداد الطولي لنطاق الكثبان، ونضيف هنا إلى أن عرضه يبلغ زهاء ٣٠٠ كم، وهو يمتد من السنغال إلى منطقة بحيرة تشاد على مسافة تبلغ زهاء ٤٠٠٠ كم، وإن كان يتقطع في بعض المواضع .

ويشهد هذا النطاق العظيم من سلاسل الكثبان القديمة على أن النطاق الجنوبي من الصحراء الكبرى كانت تسوده ظروف مناخية أكثر جفافاً بكثير منها في وقتنا الحالي، وذلك في النصف الأول من عصر الهولوسين .

أما الفترة التي تلت ذلك، وهي فترة «العصر الحجري الحديث» التي نعثر على آثارها في هذه الكثبان، فإنها لم تكن هنا مجرد ذبذبة رطبة غير واضحة قصيرة الأمد (شبه مطيرة Subpluvial)، كما كان الحال في جبال الحجاز أو في مصر، وإنما كانت بمثابة تحول إلى دور مطير واضح شمل كل القسم الحديث من عصر الهولوسين، واستمر حتى وقتنا الحاضر، ذلك أن النطاق كله يفترش فى وقتنا الحالى بغطاء كثيف من السفانا الشوكية، كما تزركشه أشجار نامية من السنط عالية. وقد زحفت هذه السفانا منذ العصر الحجري الحديث مسافة تقرب من ٣٠٠ كم فوق هذا النطاق من الكثبان صوب داخلية الصحراء. وتسمح كمية المطر ، وفترة سقوطه المنتظمة حاليا، والتي تتراوح بين ٣ ـ ٤ أشهر فوق هذا النطاق، بالرعي المتجول لقطعان الأبقار، وفي بعض المناطق تصلح حتى للزراعة البعلية .

ويظهر «اللوم الأحمر» المداري حاليا على بعد يتراوح بين ٣٠٠ ـ ٤٠٠ كم إلى الجنوب من هذا النطاق، حيث يتراوح فصل المطر بين ٦ ـ ٧ شهور، معنى هذا أن درجة الرطوبة أثناء فترة الهولوسين الحديث المطيرة (من العصر الحجري الحديث حتى وقتنا الحالى) بلغت نصف مقدار درجة الرطوبة أثناء فترة المطر في أواخر عصر البلايوستوسين (البلايوستوسين الحديث)، وقد تخلل فترة الهولوسين الحديثة المطيرة أوقات كانت فيها الرطوبة أعلى منها فى وقتنا الحالي . وهذا ما ترجحه ذبذبات مستوى المياه في بحيرة تشاد أثناء عصر ما قبل التاريخ والعصر التاريخي، وحينذاك كانت ظروف الرطوبة تداني مثيلتها أثناء فترة المطر في البلايوستوسين الحديث (انظر الشكل رقم ١) .

## أهمية التتابع المناخي في الصحارى الإسلامية بالنسبة للتاريخ المناخي العام

### (أ) وضع البلايوستوسين بعامة والفورم بخاصة

بحسب ما شاهدنا من آثار ومخلفات نرى التاريخ المناخي للصحارى الإسلامية، أثناء البلايوسين والزمن الرابع، يتمثل في جوهره في سلسلة من تتابع الرطوبة والجفاف. وحين نلقي نظرة عامة على جميع النطاقات الصحراوية الأربعة نستطيع استخلاص النتائج الآتية :

١ ـ يمكن القول عامة بأن عصر البلايوستوسين قد ظهر فى الصحارى الإسلامية كعصر من نوع خاص ، مغاير من وجهة الرطوبة بين عصر البلايوسين من قبله، وعصر الهولوسين من بعده، لكن هذا الاختلاف بالنسبة للعصر الذى سبقه وللعصر الذي لحقه ينقلب من الشمال نحو الجنوب. ففي الهامش الشمالي من الصحراء يتميز البلايوستوسين بحدوث تتابع منظوم من عدد من الفترات الرطبة بين فترات تكاد تكون جافة تماما في البلايوسين والهولوسين. وفى الهامش الجنوبي يصبح البلايوستوسين بعامة بمثابة عصر جاف بين فترات رطبة واضحة من قبله ومن بعده .

# فترات البرودة (الجليد) والرطوبة (المطر) في وسط أوربا والصحارى الإسلامية أثناء عصر البلايوسين والزمن الرابع

٢ ـ حين ننظر إلى فترات المطر في الصحارى الإسلامية نلاحظ الصورة الآتية :
فى الهامش الشمالي نرى بالنسبة للبلايوستوسين ـ ابتداء من فترة ما قبل جونز حتى فورم ـ تعاصرا وموازاة بين فترات المطر في الصحراء وفترات الجليد في وسط أوربا، والأخيرة كانت بالنسبة لفترات المطر الصحراوية بمثابة الباعث والمحرك. ومع كل نطاق نعبره فى اتجاه الجنوب تحدث هذه الموازاة متأخرة بمقدار «فترة جليدية» على وجه التقريب، إلى أن ننتهي بنطاق الهامش الجنوبي من الصحارى، فلا نجد اثارا سوى فترة مطيرة واحدة تقع في البلايوستوسين الحديث. ومن ثم تتحلل الصلة السببية التي وجدناها واضحة فى الهامش الشمالي بين فترات المطر وبين فترات الجليد في وسط أوربا من ناحيتين :
**الأولى**: أننا لا نجد هنا (فى الهامش الجنوبى للصحارى) لفترات الجليد القديمة (اثنتان فيما قبل جونز، وجونز ثم منـدل) ما يقابلها من فترات المطر .
**والثانية**: ان فترة المطر البلايوستوسينية الوحيدة التي ما زلنا نجد لها آثارا واضحة هنا (جنوب الصحارى) لا تقابلها على وجه التحديد فترة جليدية معينة محددة في وسط أوربا : فنهايتها تقع في وسط فترة فورم الجليدية، بينما نجد بدايتها غير معلومة، فقد تكون في فترة إيم Eem الدفيئة، أو قد ترجع إلى فترة ريس الجليدية .

٣ ـ يرى بنك A. Penck في أحدث آرائه (١٩٢٦م) أن الصحراء الكبرى الإفريقية أثناء البلايوستوسين كانت أكثر رطوبة بوجه عام، وأن رقعتها كانت تضيق وتنكمش بواسطة تقدم حدودها الرطبة من ثلاث اتجاهات في وقت واحد: من الهامش الشمالي البحري (من جهة البحر المتوسط)، ومن الهامش الجنوبي الإستوائـي، (أي من جهـة دائـرة الاستواء)، ثم من حد الرطوبة العلوي فوق المرتفعات، (وهو يوازي انخفاض خط الثلج الدائم) .
ويتضح من عرضنا السابق، ومن النتيجتين السالفتين، أن هذه الصورة التي ارتآها بنك لا تصدق، ولا تعززها الأدلة إلا فيما يختص بفترة فورم الجليدية، وحتـى فيما يختص بالفورم فإنها تصح فقط بالحدود التى سبق ذكرها. ومن الممكن أن نرى هذه الصورة أيضا في فترة ريس الجليدية (انظر شكل ١)، لكن بدرجة محدودة جدا، وكلما تراجعنا من فترة ريس إلى الوراء، أي إلى فترات مبنـدل وجونز وما قبل جونز، يتضح تقدم

الحزام الرطب صوب قلب الصحراء في الهامش الشمالي فقط، لكننا لم نعد نشاهده إطلاقا لا في جنوب الوسط ولا في الجنوب. فهنا ينعدم وجود آثار لفترات مطيرة معاصرة لتلك الفترات الجليدية .

٤ ـ وبتلك الصورة الجديدة يمكن إلقاء ضوء جديد على رأي بالوت Baleut (١٩٥٢)، وهو الرأي المماثل للرأى القديم لبنك الذي اعتقد بعدم انكماش رقعة الصحراء أثناء كل فترة باردة، وإنما بزحزحة نحو خط الاستواء «لنطاق الصحارى المتأثرة بالرياح التجارية». ذلك أن كلا من بنك (فى نظريته الأحدث) وبالوت قد أقام نظريته على أساس أن التتابع المناخي البلايوستوسينى، بين البرودة والدفء، في العروض العليا، هو المحرك المولد للتتابع المناخي بين الرطوبة والجفاف، في النطاق الصحراوي الواقع على هامش المنطقة المدارية الرطبة، وهذا ما لا يعد الآن صحيحا أيضا بالنسبة لنظرية بالوت، ذلك أننا قد وجدنا في الهامش الجنوبي من الصحارى الإسلامية آثارا لفترة رطبة واحدة خلال عصر البلايوستوسين كله، وحتى هذه الفترة ليس لها ارتباط وثيق بفترة جليدية محدودة، أو بفترة غير جليدية (دفيئة) معلومة، وإنما قد امتدت متقطعة غير متصلة عبر بعض من هذه (جليدية) وتلك (غير جليدية) أثناء البلايوستوسين الأعلى (الأحدث) .

وعلى العكس من ذلك تنتشر في هذا الهامش الجنوبي من الصحارى آثار لفترات مطيرة حدثت فيما قبل الجليد البلايوستوسيتي وفيما بعده، وهذه الفترات الرطبة ليس لها بطبيعة الحال أدنى ارتباط بالتتابع المناخي بين البرودة والدفء في أوربا، (أي بالمحرك المولد لفترات المطر في الهامش الشمالي للصحراء) . وهنا نلحظ مسألة هامة تبرز من الصورة الجديدة، سنعالجها بالدراسة بعد قليل (انظر أسفله تحت حرف ب) ويبقى الفضل لبالوت الذى أشار لأول مرة إلى الاختلاف بين نمط آثار فترات الرطوبة البلايوستوسينية في الهامش الشمالي، وبين نمطها في الهامش الجنوبي للصحراء، ومن ثم أنار الطريق أمام البحث الجديد .

## (ب) الاختلاف بين فترات المطر في شمال الصحارى الإسلامية وفي جنوبها

يتضح لنا مما سبق أن فترات المطر في الهامش الشمالي تختلف في مسبباتها وبواعثها عنها في الجنوب، إذ إن الهامش الشمالي كان يقع في مجال تأثير التبريد الشديد الذي حدث مرارا أثناء فترات الجليد، وشمل النصف الشمالي من الكرة الأرضية، فيما بين النطاق دون المداري الحالي والقطب. وقد كان معدل التبريد المعاصر في الأراضي الجبلية في النطاق المداري لا يرقى إلا لمجرد النصف، وكان التبريد أقل من ذلك بكثير قرب سطح الأرض في الأراضي السهلية المدارية خصوصا، حيث استطاعت الغابات القديمة والسفانا الكثيفة أن تواصل نموها دون اضطراب .

وكلما اتجهنا شمالا مقتربين من مركز التأثير الشمالي وجدنا فترات المطر في الهامش الشمالي، وقد ظهرت بخصائص ومميزات تختلف تماما عن فترات المطر في الجنوب، فهي فترات أقصر، وأقل رطوبة، لكنها أوضح برودة، كما صحبها هبوط خط الثلج الدائم، وعمليات الأنسياب الأرضي، وهبوط أشد لحدود فعل الصقيع. فقد أعلن هيي Hey (١٩٦٣) عن وجود إسكرى Scree بلايوستوسيني من عمرين مختلفين في أودية الجبل الاخضر الشمالية بليبيا، ونسبهما لدورين مطيرين باردين (أكثر برودة بكثير من الوقت الحالي)، يقعان في البلايوستوسين الحديث، وقد عزا تكوين مواد الإسكري لفعل الصقيع . وفى مدرجات وادي القطارة (جودة ١٩٧٣م) ينتشر وجود الكتل الصخرية الجيرية المتفاوتة الأحجام، وكلها خشنة حادة الحواف، وهي تظهر إما مختلطة بحصى المدرجات، أو مكونة لنطاق منفرد يتركب كلية منها. (انظر قطاع بوسديره في بحث وادي القطارة ـ جودة ١٩٧٣) . وهي قد تندمج في مجمعات صخرية بواسطة الصلصال الأحمر كمادة لاحمة، وكلها شواهد تدل على زيادة في معدلات الرطوبة والتبريد وفعل الصقيع .

يضاف إلى ذلك أن توسيع البديمنتات Pediments عند أسافل الحافات الصخرية ميزة تختص بفترات المطر (بحث منخفض مراده، جودة ١٩٧٣). أما من الوجهة البيدولوجية فتشخص فترات المطر في السهول (بحث سهل بنغازي، جودة ١٩٧٣). وفوق الهضاب (بحث حوض القطارة، جودة ١٩٧٣) تربات حمراء Terra Rossa تكونت تحت تأثير كمية من المطر، تزيد على ٤٠٠ ملم، وفي المناطق التي كان المطر يتراوح فيها بين ٤٠٠ ـ ٣٠٠ ملم تظهر تربات استبي غنية بالجير وشبيهة بتربات اللوس Loess ، أما في الأصقاع التي كانت تتراوح أمطاجها بين ٢٠٠ ـ ١٠٠ملم، فنجد التربة وقد غطيت بغشاء من الجبس أو الجير، بحسب تركيب الطبقات الصخرية السفلى .

وقد كان الهامش الشمالي من الصحارى يقع تحت تأثير ظروف الجليد الأوربي، وكانت الجبهة القطبية تقترب منه، إذ إنها كانت تتزحزح تجاه خط الاستواء بنحو ١٥ ـ ٢٠° عرضية، ولهذا كان نطاق الضغط المرتفع المداري الحالي، الذي ترتبط به صحارى الرياح التجارية الجافة، يتقطّع آنذاك بواسطة هبوب هواء قطبي بحري مطير، وبالتالي فقد كانت تتولد فترة مطيرة في الهامش الشمالي الصحراوي مع كل ما تقدم للجبهة القطبية صاحب كل فترة جليدية. ونحن نسمي هذا النمط من فترات المطر «فترات المطر القطبية» على أساس أن الباعث المنشئ لها يأتي من الشمال، وكان ينبغي لهذه الفترات أن تتميز على الخصوص بالأمطار الشتوية، كما هي الحال في منطقة البحر المتوسط في وقتنا الحاضر، هذه الأمطار الشتوية تقتحم النطاق الصحراوي حاليا بشيء من الانتظام، وتتوغل على امتداد البحر الأحمر (حتى مصوع)، وشرقا على الخليج العربي وعبر إيران إلى مصب السند .

أما في الهامش الجنوبي من الصحراء فقد كانت الظروف مختلفة، فهنا كان تأثير مناخات العصر الجليدي أكثر تخلخلا، وفعلها غير مباشر، وفي سلسلة تتابع فترات الرطوبة أثناء العشرة ملايين سنة الأخيرة نجد الهامش الجنوبي مختلفا عن الهامش الشمالي (انظر شكل ١)، فمناخ عصر البلايوستوسين يعني هنا في معظمه حدوث فترة جافة طويلة تفصل بين عصري البلايوسين والهولوسين. وحينما نصل فى البلايوستوسين إلى قسمه الأعلى (الحديث) تصادف الفترة الرطبة الوحيدة، التي من الممكن، ولو جزئيا، موازاتها بفترة باردة «شمالية»، وهي فترة فورم. والواقع أنه في أثناء فترة فورم (وربما في فترتي إيم وريس) كانت كل الصحارى

الإسلامية من جميع جوانبها: من الشمال، ومن الجنوب، ومن أعلى (من مرتفعاتها المطيرة)، قد تقلصت وانكمشت، وعمها المطر .

وبالنسبة لحدوث هذه الفترة المطيرة الوحيدة في الهامش الجنوبي للصحارى أثناء البلايوستوسين الأعلى (الأحدث) فلا شك أن قد شاركت في نشأتها الكتل الهوائية الباردة، التي كانت تستطيع الوصول إلى النطاق المداري حينذاك. ولكن يبقى السؤال : لماذا لا نجد للفترات الجليدية الأقدم تأثيرا مباشرا أو غير مباشر في هذا الهامش الجنوبي ؟ ولماذا لم تقم بهذا التأثير رغم أنها ـ ولا ريب ـ اتسمت بنفس الظروف المناخية التي تميزت بها فترة فورم ؟ لابد إذن أنه كان هناك تأثير آخر، ظهر هنا ومارس فعله آنذاك. وهذا التأثير لا يمكن أن يأتي إلا من النطاق الاستوائى ذاته. كل الطاقة الجوية تأتي من الإشعاع الشمسي، وهذه يشتد تأثيرها في تسخين العروض الاستوائية وفي الدورة الهوائية العامة. ونحن نجد هنا أهم نطاق تحدث فيه عملية تحول هذه الطاقة إلى غلافنا الجوي، ومن ثم فإنه نطاق تحكمه ـ ولا شك ـ قوانين ونظم خاصة في أثناء ذبذباته التي تحدث على امتداد مئات السنين، وهذه تتداخل بتأثيرات تصدر عن القلنسوات القطبية، أثناء الفترات التي تتميز بعظم شدة التبريد. وفي أثناء عصر البلايوستوسين لم تحدث هذه الحالة بوضوح إلا فى أثناء فترة فورم، أما قبل عصر البلايوستوسين وبعده فقد كان يتحكم في الذبذبات التي تحدث في هذا النطاق الجوي الوسيط أحداث نابعة ومتأصلة في النطاق ذاته . وعلى هذا النحو يمكننا أن نسمي فترة الرطوبة التي حدثت في الهامش الجنوبي من الصحارى الإسلامية أثناء البلايوستوسين الحديث «فترة مطيرة استوائية» .

وهذه الرابطة (بين مركز التأثير الاستوائي وحدوث فترة مطر) نجدها ممثلة بصورة أوضح في فترة المطر التي حدثت في الهولوسين الحديث، فهنا تنعدم الصلة تماما بين سقوط المطر، وبين التتابع المناخي «الشمالي» ـ كمركز تأثير ـ من فترات جليدية إلى أخرى دافئة، إذ إن ظهور فترة مطيرة شديدة الوضوح في العصر الحجري الحديث وما بعده في الهامش الجنوبي من الصحراء لم يتفق إطلاقا مع بداية فترة جليدية «شمالية» (هبوط في المتوسط الحراري السنوي مقداره حوالي ٨° م)، وإنما على العكس من ذلك قد اتفق مع أوج فترة الدفء الهولوسينية (ازداد المتوسط الحراري السنوي أثناءها في وسط أوربا بنحو درجتين مئويتين عنه حاليا)، ثم مع

الهبوط الحراري إلى فترة أبرد بعض الشيء (أعقبت فترة الدفء الهولوسينية المذكورة)، التي لم تبدأ إلا بعد عام ١٠٠٠ قبل الميلاد. ومن ثم فإن المؤثرات التي أتت من مجال الدورة الهوائية «الشمالية» (خارج النطاق المداري) لا يمكن أن تكون قد شاركت في تلك الأحداث المناخية إلا بقدر ضئيل .

وفضلا عن ذلك فإنه يبدو أن حدوث هذه الفترة الرطبة في العصر الحجري الحديث كان على الخصوص ذا تأثير هام، ذلك أنه أيضا بالنسبة للنطاق الصحراوي الأوسط تدل المخلفات الخاصة بالعصر الحجري الحديث (الغنية بحيوانات من النوع السوداني التي تشير إلى حياة نباتية لا تقل عن السفانا الصحراوية، ومع وجود غابات الدهاليز) على سيادة مناخ كان أكثر رطوبة منه الآن. وقد وصلت مؤثرات هذه الفترة حتى مصر، وسماها بوتزر Butzer (١٩٥٨) هنا «فترة شبه مطيرة رقم ٢» (بين ٥٠٠٠ ـ ٢٥٠٠ ق.م. على وجه التقريب) . وقد أشار فلون Flohn (١٩٦٣) إلى وجود ذبذبات مطيرة مشابهة استمرت حتى العصر التاريخي الحديث .

من هذا يمكننا القول بأن مركز التأثير المناخي، بالنسبة لهذه الفترة المطيرة في العصر الحجري الحديث، التي تعاصر وسط الفترة الدفيئة الطويلة المنتظمة الحرارة، التى اعقبت الجليد في «الشمال» (فيما بين ٧٠٠٠ ـ ٥٠٠ ق. م)، لم يكن في نطاق الجبهة القطبية، وإنما كان في النطاق الإستوائى ذاته .

## ( جـ ) التمايز النطاقي لنظام الدورة الهوائية فى عصر البلايوسين

في خلال الفترة الطويلة التي امتدت من عصر الإيوسين حتى عصر البلايوسين الأسفل، والتي استوعبت حوالي ٥٠ مليون سنة، احتفظت الأرض كلها حتى عروض عليا بمناخ دافئ متجانس، وبهذا نصل إلى مفهوم «الأرض المدارية القديمة» التي لم تحو أي نوع من المناخات الباردة، باستثناء القلنسوات الجليدية القطبية المحدودة الرقعة آنذاك .

وقد كانت الأقاليم القطبية تتميز بمناخ يشبه على وجه التقريب مناخ «الإقليم المعتدل» الحالي (شفارتزباخ Schwartzbach ١٩٧١م، خريطة مناخ الزمن الثالث الأسفل، ص : ١٥٨) . وقد امتدت رقعة المناخات الدافئة التي اقتربت من سمات أنواع المناخات المدارية والموسمية شبه المدارية الحالية، ووصلت حتى أطراف العروض الوسطى من جهة القطبين، ومن ثم فقد اتسع نطاق الدفء الاستوائي على الأرض، وشمل ما يزيد على ٧٠٪ من مساحة سطحها (يقتصر الآن على ٤٨٪ فقط من سطح الأرض)، ولكنه مع ذلك لم يكن، بحسب كثير من الشواهد، أكثر حرارة حتى في قلبه منه في وقتنا الحاضر .

وتشير الأدلة الجيولوجية والباليونثولوجية أيضا إلى أن الانخفاض الحراري الإقليمي صوب القطب قد حدث بصورة تدريجية تماما، فلم يعتره الشذوذ أو التغير الفجائي. ونتيجة لضيق شقة الاختلاف الحراري بين القطب ودائرة الاستواء، تضاءل التباين بين نطاقات الضغط، ومن ثم فقد ضعف الباعث أو المولد الرئيسي للتصنيف المناخي النطاقي .

ويعني هذا سيادة نظام خاص للدورة الهوائية يختلف عن نظامها الحالي، وأهم من ذلك أن نظام تلك الدورة كان ضعيفا. وإذا ما افترضنا إمكانية وجود جبهة قطبية كالتي نعرفها حاليا في جو الأرض حينذاك، كان عليها أن تتواجد قريبا من القطب فوق دوائر عرض قصيرة مفتقدة لمعين كبير من هواء بارد . وبالمثل كان على نطاقات هبوب الرياح الغربية ـ إذا كان لها حينذاك وجود ـ أن تقع دانية من القطب ( Flohn 1963 )، ونحن لا نعرف آثارا من هذا أو من ذاك. وبالمثل نحن لا نعرف دلائل من ذلك العصر لنطاقات ضغط مرتفع شبه مدارية واضحة .

وإذا ما كان التقسيم النطاقي العرضي (بالنسبة لدوائر العرض) «للأرض المدارية» على هذه الحال من الضعف وقلة الوضوح، فإننا نتوقع اضمحلال بواعث هبات الرياح في اتجاه طولي meridional على نطاق واسع.

وكمثل حال التباين الإقليمي كان الوضع بالنسبة للتمايز الزمني، فالتحول من مواسم مطيرة إلى أخرى جافة، كالذي يسود القسم الأكبر من النطاقات المدارية الحالية، كان أقل وضوحا منه حاليا .

وعلى العموم كان النطاق الحار الواسع الأرجاء أثنا عصر «الأرض المدارية القديمة» يتسم مكانيا وزمنيا بالانتظام والتناسق في كل عناصر طقسه، بعكس النطاق المداري ودون المداري الحالي الأضيق منه رقعة، والذي يتسم رغم انكماش مساحته بالتباين والتغير المناخي، ولذلك فقد استطاع كثير من أشكال الحياة البقاء أثنـاء عصر «الأرض المدارية» خلال فترات جيولوجية طويلة دون تغيرات جوهرية .

وبالنظر إلى الشكل رقم (١) يتضح لنا أن عصر البلايوسين كان جافا في الهـامش الشمالي للصحارى الإسلامية، بينما كان رطبا باستمرار في هامشها الجنوبي، وقد أتى التحول المناخي (المزدوج) في فترة فيلافرانكا Villafranca (بلايوستوسين أقدم) بتغيرات جوهرية في ظروف شمال الصحارى الإسلامية وفي جنوبها أيضا، ففى الشمال بدأت سلسلة تتابع الفترات المطيرة التي كانت في جوهرها ذات ارتباط وثيق بالفترات الباردة الشمالية، ومن ثم يمكننا أن نطلق عليها تعبير «فترات المطر القطبية». أما في جنوب الصحارى فقد بدأت فترة جافة طويلة لم تنته إلا في البلايوستوسين الأعلى (الحديث)، حين ظهرت فترة رطبة واضحة ذات طبيعة «استوائية» وتنبغى الإشارة هنا إلى أن أصل نشأة فترة الرطوبة التي حدثت في البلايوسين في جنوب الصحراء يختلف بعض الشيء عن هذا النمط الاستوائى الذي أشرنا إليه .

وفي غضون عصر البلايوسين تراجع الهامش الشمالي من النطاق المناخي الحار «للأرض المدارية القديمة» في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، من حوالى ٦٠° شمالا، إلى نحو ٤٥ ـ ٥٠° شمالا، ويبدو أن نفس هذا التغير قد حدث أيضا في النصف الجنوبي. هذا الانكماش الذي اعترى النطاق الحار قد صحبه على ما يظهر تحول في التركيب الداخلي في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي، فقد حدث تمايز إلى نطاقات أدق وضوحا وتحديدا .

ويمكننا أن نتصور الآتي على وجه التقريب : بنفس القدر الذي كان ينكمش به هامش النطاق المداري، كان التبريد يزداد في القلنسوات القطبية، وفي نفس الوقت كانت مساحاتها تتسع باستمرار، وبالتالي كانت تدفع «بالجبهات القطبية» التي تقع على تخومها، والتي كانت تزداد قوة، صوب خط الاستواء، ومن ثم كانت تزداد قربا منه. وكلا الطرفين عملا على تقوية الانحدار الحراري العام، ومن ثم تقوية التمايز النطاقي للضغط .

وفي البلايوسين الأسفل تكون أولا نطاق جاف في الهامش الشمالي من الصحارى، ولقد نرى في هذا النطاق بداية تكوين نطاق ضغط مرتفع دون مداري، ذلك النطاق الذي أخذ خلال البلايوسين الأوسط والأعلى يتسع صوب الجنوب، حتى وصل في فترة الانتقال بين البلايوسين والبلايوستوسين إلى موضع عروضه الحالية فيما بين ١٨ ـ ٢٣° شمالاً، ولكن في أثناء فترة أستي Asti الأعلى وأوائل فيلافرانكا لم يكن قد اتصل به بعد من جهة القطب مناخ البحر المتوسط (كما في وقتنا الحاضر) الذي تسوده شتاء هبات الهواء القطبي، ولم يكن يلي ذلك (صوب الشمال) نطاق مناخ الرياح الغربية المعتدل المطير صيفا، بل أكثر من ذلك كان مناخ وسط أوربا في فترة فيلا فرانكا ما يزال شبه مداري حار، وتتابع فيه حدوث مناخ الإستبس الجافة ومناخ الغابات الرطبة، ولكنه لم يكن يتعرض لغزوات الهواء القطبي إلا قليلا، ولم يكن شتاؤه باردا بعد . وفي تلك الفترة نجد بدايات ضعيفة نوعا ما للتجوية الميكانيكية، ولعمليات التعرية النهرية، وتكوين الأودية .

وعلى العموم يمكن القول بأن التمايز المناخي النطاقي الذي ابتدأ بالفعل في عصر البلايوسين قد استمر وازداد وضوحا في القسم الأول من فترة فيلافرانكا. ومع ظهور وتكوين نطاق الضغط المرتفع دون المداري نشأت الصحارى الإسلامية مبتدئة من الشمال كنطاق جاف مغلق، وهذا لا ينفي أن أجزاء من الصحارى كانت قبل ذلك تتصف أحيانا بمناخ «حار جاف» ، ولكنه لم يكن يصل في تطرفه للمناخ الصحراوي السائد في وقتنا الحالي ( Schwarzbach 1973). ومن المحتمل أن النطاق المداري المطير الذي ضاقت رقعته نتيجة لنشوء الصحارى قد كسب في نفس الوقت الصفات المثالية للنطاق المداري الحالى، وذلك بسبب التتابع الفصلي الواضح في هبوب الرياح التجارية والغربية، وما تبع ذلك من تعاقب فصلي المطر والجفاف .

## (د) ظهـــور الدورة الهوائية وعـدم انتظام تتابع الفترات المطيرة الصحراوية في البلايوستوسين

فيما بين فترتي التدهور (التبريد) المناخي الأولى في مرحلة الانتقال بين أستي وفيلافرانكا، والثانية في بداية أقدم فترة باردة بلايوستوسينية (حوالي الجزء الأخير من فترة فيلافرانكا) تقع فترة دفيئة طولها بين ٢٠٠٫٠٠٠ ـ ٣٠٠٫٠٠٠ سنة. ونحن لا نعرف حتى الآن آثارا مؤكدة لجليد فترة ما قبل جونز الباردة، كما وأننا نفتقر إلى وجود آثار واضحة لفترة جونز ذاتها في كثير من المناطق، فهي في هذا دون غيرها من الفترات الجليدية اللاحقة. ومعروف ان تراكم الجليد فوق مساحات كبيرة وبكميات ضخمة هو بلا شك نتاج لتأثيرات مناخ الفترة الجليدية .

وبازدياد شدة التأثير على هذا النحو فقد تبعه في الفترات الباردة تشكيل جديد للدورة الهوائية، فالجبهة القطبية في نصف الكرة الشمالي التي كانت تمتد إلى حوالي دائرة العرض ٦٠° شمالا، والتي تصل اليوم إلى حوالي ٤٥° ـ ٦٠° شمالا، تقدمت حتى وصلت إلى ما يقرب من دائرة العرض ٣٠° شمالا، ووصلت بذلك على امتداد طولي إلى ما يقرب من محيط دائرة عرضية كبيرة. وقد نتج عن ذلك أن تضخم مخزن الهواء البارد للقلنسوات، واشتد تبريده حينذاك، كما أن الطبقة السفلى من التروبوسفير كانت تتكون في الشتاء الشمالي مما يقرب من ٣٠٪ من كتل هوائية، كانت تهبط حرارتها من درجة التجمد إلى ما دونها بكثير .

وتأثير هذا التبريد الشديد على الدورة الهوائية كان ينبغى أن يمارس فعله على النحو الآتي : بسبب استمرار تقدم كلا الجبهتين القطبيتين تراجعت نطاقات المناخ الحار نحو خط الاستواء، وازداد التمايز في الحرارة وفي الضغط، ومن ثم اشتد ساعد متوسط سرعات الرياح، وأصبحت لذلك نطاقات الضغط المرتفع دون المدارية ونطاق الضغط المنخفض الاستوائى أكثر وضوحا رغم انكماشها .

وقد انطبع هذا التأثير بتأثير آخر، فمن مخازن الهواء البارد التي عظمت ضخامتهـا، خصوصا من مخزن النصف الشمالي من الكرة الأرضية الغني باليابس، كانت تندفـع مع

اشتداد انحدار الضغط في كثير من الأحيان ألسنة عملاقة من الهواء البارد نحو خط الاستواء . وقد كانت الجبهة القطبية تبدو حينئذ في صورة شديدة التسنن، وكانت ألسنتها تقطع نطاق الضغط المرتفع دون المداري، خصوصا في الشتاء الشمالي، إلى خلايا (قطاعات) منفردة، وقد كانت هبات الهواء البارد تنجح، بصورة أكثر تكرارا ووضوحا منها اليوم، في الوصول إلى داخل النطاق المداري كأعاصير مطيرة . وباستمرار اشتداد التمايز في نطاقات الضغط تحللت النطاقات المناخية الحارة بواسطة اشتداد ظهور الدورة الهوائية الطولية ـ Meridional Criculation التي شرحها فلون Flohn (١٩٥٢ ـ ١٩٦٣) وغيره (مثل بوسر Poser ١٩٥٣) أثناء الفترات الباردة .

ونأتي في النهاية إلى مسألة عدم الانتظام في تتابع فترات المطر في شمال الصحارى وفي جنوبها، وهنا ينبغي لنا أن نستطرد بعض الشيء لتفهم هذه المسألة . لم تأت الصورة التي على أساسها تمكن فلون وبوسر (١٩٥٣م ـ ١٩٧٦م) وجودة (١٩٦٢م ـ ١٩٦٦م) وغيرهم من الكشف عن هيئة مناخ فترة الفورم إلا في البلايوستوسين الحديث، ومن ثم فإنه يجب أن تكون هناك خصائص معينة لصورة «مناخ العصر الجليدي» ممثلة في فترة الفورم وقد تطورت، ونمت تدريجيا أثناء عصر البلايوستوسين كله، ثم اكتملت أخيرا في فترة الفورم . ولا شك أن تلك الخصائص قد ظهرت وتبلورت نتيجة لعوامل مؤثرة معينة، فأي العوامل كانت هذه ..؟ لا ريب أنها كانت أرضية النمط على الخصوص. وهنا يمكننا أن نتقدم بأربعة من تلك العوامل الأرضية نجدها ذات ارتباط وثيق ببعضها وتوضح خصائص صورة مناخ العصر الجليدي .

**العامل الأول : استمرار ارتفاع الجبال في الزمن الرابع :**

تشد المسطحات المائية المحيطية من أزر أنماط الدورة الهوائية النطاقية (العرضية)، بينما يساعد اليابس، خصوصا سلاسل المرتفعات التي تمتد من الشمال إلى الجنوب، في بعث أنماط الدورة الهوائية الطولية. هذه الاختلافات لا يمكن أن تكون ذات تأثير فعال كامل، منذ نشوء الدورة الهوائية العامة، إلا حين ظهور أنماط الدورة الهوائية الطولية، أي بحلول فترات البرودة في الزمن الرابع. ومثل هذه الأنماط من الدورة الهوائية الطولية من الممكن أن تنمو وتنتشر بصورة أوضح فوق نصف الكرة الشمالي الغني بيابسه. وقد ازداد هذا التأثير على مدى فترات الزمن الرابع .

وهناك من الشواهد (لكنها قليلة) ما يشير إلى أن بعضا من الجبال لم يبرز بالرفع إلا

قليلا قبل البلايوستوسين الأسفل، أي أن تلك الجبال كانت قبله منخفضة عنها في وقتنا الحاضر . ولكننا نعتبر هذا العامل (وهو استمرار رفع الجبال أثناء الزمن الرابع) أضعف العوامل الأربعة، وأقلها أهمية في تحديد خصائص مناخ العصر الجليدي، نظرا لأنه لم يرق إلا لمرتبة الافتراض أو الاحتمال، وذلك لصعوبة العثور على شواهد أكيدة تعزز حدوث رفع ذي بال .

## العامل الثاني : تكوين الغطاءات الجليدية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية :

لم يصحب فترات ما قبل جونز الباردة تكوين غطاءات جليدية ضخمة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، سواء كانت العلة في ذلك ضعف نسبي في رفع كثير من الجبال، أو كانت ترجع لأسباب مناخية (مثال ذلك قلة في انخفاض خط الثلج). وفي فترة جونز تكون قسم عظيم من غطاء جليد النصف الشمالي الذي اتسع وبلغ أوجه في أثناء الفترات الباردة اللاحقة، وكان الغطاء الجليدي الجرينلندي العظيم قد اكتمل نموه، وكان يمتد بارزا فوق شمال المحيط الاطلسي. ومنه كانت تندفع ـ كاليوم ولكن بصورة أضخم وأكثف ـ كتل هوائية قطبية إلى الجانب الغربي من العالم القديم .

ومن بعد ذلك، خصوصا في فترة مندل (إلستر)، اكتمل بناء الغطاء الجليدي الأوربي الشمالي الذي امتد من جزر فرانز ـ جوزيف ـ لاند Franz-Josef-Land إلى جنوب أيرلندا فوق مساحة بلغ طولها زهاء ٤٠٠٠ كيلومتر، واتساعها نحو ١٧٠٠ كيلومتر، وبارتفاع (سمك) بلغ مقداره حوالي ٣ كيلومتر، وبذلك شمل امتداده المساحة الممتدة من المنطقة القطبية إلى دائرة العرض ٥٢° شمالا تقريبا. ومن ثم فقد تحلل نطاق هبوب الرياح الغربية، ونطاق الضغط المرتفع دون المداري أثناء الفترات الباردة، وذلك بواسطة غزوات الهواء البارد بدرجة لم تحدث من قبل على وجه الأرض .

## العامل الثالث: الانخفاض الإيوستاتي التدريجي لمنسوب البحار العالمية أثناء فترات الدفء فيما بين الجليد :

وهناك عامل ثالث عمل على تقوية هذه الدورة الهوائية الطولية، التي كانت تزداد وضوحا

من فترة جليدية لأخرى فوق النصف الشمالي من الكرة الأرضية، هذا العامل يتمثل في الهبوط الإيوستاتي التدريجي المستمر في مستوى مياه البحار العالمية في غضون الزمن الرابع، نتيجة للنمو التدريجي الدائب للغطاءات الجليدية أثناء الفترات الباردة .

وقد كانت ألبحار الضحلة (الرفرفية Shelf-Seas ) التي أضحت أرضا يابسة أثناء فترة الفورم (كبحر بارينتس Parents )، بل أصبحت أثناءها تحمل درعا جليديا سميكا، كانت أثناء الفترات الباردة الأقدم ما تزال مسطحات مائية بحرية، ومن ثم كانت تناسب وجود الدورة الهوائية النطاقية. وبسبب قلة اتساع وامتداد القلنسوات القطبية الباردة أثناء القسم الأسفل من عصر البلايوستوسين، كانت مياه البحار العالمية المرتفعة المنسوب اكثر حرارة، يستوي في ذلك مياه المحيط العميقة الباردة، ومياه التيارات البحرية السطحية الباردة، تلك التيارات التي تستمر في الشكل والتكوين فيما يسمى الآن بتياري همبولت وبنجويلا الباردين اللذين ينتهيان إلى التيار الإستوائي الجنوبي في المحيطين الهادي والأطلسي .

وينبغي أن نشير إلى أهمية تأثير تكوين القلنسوة الهوائية القطبية فوق القارة القطبية الجنوبية، فقد تبع تكوينها نشوء الغطاء الجليدي الضخم الذي عزز وقوى بدوره من بناء القلنسوة الهوائية الباردة، ومن هوامش تلك القلنسوة الهوائية الباردة تصدر الكمية الهائلة من المياه العميقة الباردة في المحيطات الثلاثة : الهادي، والأطلسي، والهندي. وإذا ما حدث وذاب الجليد المتراكم فوق اليابس حاليا، فإن منسوب البحار العالمية يرتفع اليوم بنحو ٦٦ مترا (هوينكز Hoinkes ١٩٧٦م وفلون Flohn ١٩٦٣)، ويدخل في هذا الرقم حساب انتشار واتساع المسطحات البحرية العالمية بواسطة الطغيان على الأرض اليابسة المنخفضة .

ومع ارتفاع حرارة مياه المحيطات في الفترة التي سبقت تكوين الغطاء الجليدي الانتاركتيكي كان ينبغي أن يرتفع منسوب البحار العالمية بنحو ٧٠ مترا. (مقابل ٦٦ مترا في وقتنا الحاضر إذا ما ذاب الجليد الحالي، وذلك بسبب تغير كثافة مياه البحر وحدها) وإذا ما افترضنا أنه في أوائل عصر البلايوستوسين، قبل حلول أول فترة باردة، كانت أيضا كل الثلاجات والغطاءات الجليدية الداخلية (خصوصا غطاء جرينلندا) ليس لها وجود بعد، فإن ذلك يعني ارتفاعا آخر لمنسوب المحيطات مقداره بين ٧ ـ ٨ متر. وحين نعتبر بعضا آخر من الظروف الثانوية، فإن مقدار الارتفاع في منسوب البحار العالمية يصل إلى ٧٥ مترا على الأقل،

وذلك أثناء الفترة التي سبقت تكوين الغطاءات الجليدية فوق اليابس .

والسؤال الآن : متى اكتمل تكوين الغطاء الجليدي الانتاركتيكي، ذلك الغطاء الذى يعتبر منذ تكوينه السبب الرئيسي في الهبوط الإيوستاتي لمنسوب البحار العالمية ؟

## العامل الرابع : تكوين الغطاء الجليدي فوق القارة القطبية الجنوبية :

وهنا يستدعي الأمر أن نتساءل : فى أي وقت ارتبطت الحقيقة المعروفة الخاصة بالهبوط الإيوستاتي التدريجي لمنسوب البحار العالمية في غضون عصر البلايوستوسين ببناء الغطاءات الجليدية الداخلية خصوصا الغطاء الأنتاركتيكي ؟ لقد تحقق وجود المناسيب البحرية العالية القديمة، على الخصوص على سواحل البحر المتوسط، كما ثبت وجودها على سواحل البحر الأحمر وسواحل أخرى في جنوب آسيا، وكذلك على السواحل الأطلسية لغرب أوربا وأمريكا الشمالية، أي في نطاقات تأثرت على الأقل جزئيا بحركات رفع ساحلية واضحة المعالم في الماضي الجيولوجي القريب. ونحن لهذا السبب نستبعد أقدم تلك المناسيب الممثل في الرصيف الكالابري (فيلافرانكا) من هذه الدراسة. فهو يقع غالبا على ارتفاع نحو ١٨٠ مترا فوق منسوب البحر الحالي، لكنه في معظمه من حيث الشكل والنشأة يمثل سطوحا قديمة، رفعت تكتونيا .

وتبدأ سلسلة المناسيب البحرية البلايوستوسينية في رأينا بالرصيف الصقلي الذي يحدد معالم منسوب البحار العالمية عند منسوب حوالي ١٠٠ متر لفترة دفيئة سابقة لفترة جونز الباردة. وقد أمكن بواسطة الرصيف الميلازي تحديد منسوب البحار العالمية لفترة جونز ـ مندل الدفيئة بارتفاع ٦٠ مترا فوق منسوبها الحالي. أما منسوب البحار العالمية في فترة مندل ـ ريس، الدفيئة الطويلة فيحدده الرصيف التيراني رقم (١)، على ارتفاع يتراوح بين ٢٨ ـ ٤٠ مترا، ويحدد رصيف موناستير أو التيراني رقم (٢) الذي يقع على ارتفاع يتراوح بين ١٨ ـ ٢٠ مترا المنسوب العالمي للبحار في فترة ريس ـ فورم الدفيئة .

ومن الطبيعي أن تقع هذه المناسيب العالية دائما في الفترات الدفيئة، وهذه الفترات الدفيئة البلايوستوسينية تتفق مع بعضها، وتتماثل في معدلاتها الحرارية، وأيضا مع المعدل

الحراري لعصر الهولوسين. وعلى الرغم من ثبوت هذه الحقيقة فإن الفترات الدفيئة القديمة كانت تصاحبها مناسيب أعلى للبحار العالمية، بمعنى أن منسوب البحر كان ينخفض باستمرار بتوالي الفترات الدفيئة رغم تماثلها جميعا في المعدل الحراري. فمنسوب البحر في الفترة الدفيئة الحالية أدنى منه في فترة الدفء السابقة (ريس ـ فورم)، ومنسوب البحر في الأخيرة كان أدنى من منسوبه في فترة مندل ـ ريس .

وقد افترض الباحثون لتفسير هذه الظاهرة أسبابا تكتونية في الأغلب الأعم، مثال ذلك تفسير يقول بانخفاض تدريجي في قيعان البحار العالية أثناء عصر البلايوستوسين، ونحن نرى أن مثل هذا الافتراض يصعب تفسيره ميكانيكيا، وليس هناك من شاهد أو دليل قوى يسنده، بل على العكس من ذلك، فنحن نصادف ظروفا تعززها الأدلة ضد هذا الرأي. فإن هبوط منسوب مياه البحار العالمية بانتزاع مياهها بالتبخر ثم التساقط الثلجي والتراكم الجليدي فوق اليابس أثناء عصر البلايوستوسين، هو بمثابة حقيقة لا مراء فيها، وهذا يعني بطبيعة الحال تخفيف الثقل على القيعان المحيطية، وهذا الثقل المزاح وإن كان صغيرا نوعا ما (١٥ ـ ٢٠ في الألف)، وبالتالي قد لا يكون ذا تأثير بين، إلا أنه يعني على الأقل عدم حدوث ضغط أيزوستاتي على القيعان البحرية العالمية .

وإذا ما افترضنا حدوث هبوط في القيعان المحيطية العالمية أثناء عصر البلايوستوسين لأسباب أخرى تكتونية خالصة، فإن هذا الهبوط التكتوني كان ينبغي أن يصيب النطاقات الساحلية أيضا . وهنا ينعدم وجود أية آثار أو أدلة في تلك الأرصفة البحرية العالية، تشير إلى حدوث هبوط تكتوني لها .

ولهذا وغيره فإنه يبدو لنا أنه من الأوفق ترجيح نظريتنا الآتية :

إن استمرار نمو بناء الغطاءات الجليدية الضخمة في غضون عصر البلايوستوسين، خصوصا الغطاء الجليدي فوق القارة القطبية الجنوبية، هو المسئول عن الهبوط التدريجي لمناسيب البحار العالمية أثناء الفترات الدفيئة، ومقدار الانخفاض في مستوى البحار العالمية وقدره ٧٥ مترا الذي حسبناه لتكوين هذه الغطاءات الجليدية يتفق إلى حد كبير، ويتناسب بصورة مرضية، مع مقدار الانخفاض المشاهد حقيقة (على أساس عدد ضخم من الملاحظات والدراسات الفردية المتفقة مع بعضها)، وقدره حوالي ١٠٠ متر، منذ فترة تكوين الرصيف

الصقلي، و٦٠ مترا منذ فترة تكوين الرصيف الميلازي .

وبناء على ذلك يصح لنا أن نرجح أنه في الفترات الدفيئة التي سبقت الجونز لم يكن للغطاءات الجليدية الكبيرة وجود بعد، وأنها بالتالي لم تستمر من فترة باردة سبقت الجونز إلى فترة دفيئة سابقة له أيضا، وعلى الخصوص بالنسبة للقارة القطبية الجنوبية .

ولقد صحب فترة جونز تكوين أولى الغطاءات الجليدية الضخمة، خصوصا فوق أمريكا الشمالية وجرينلنده، حسبما تدل على ذلك آثار تلك الفترة. ويصح لنا، والحالة هذه، تفسير المنسوب ٦٠ مترا للبحار العالمية في الفترة الدفيئة التالية، وهي فترة جونز ـ مندل (الرصيف الميلازي)، بافتراض استمرار وجود الغطاء الجليدي الجرينلندي منذ تلك الفترة بشكله ومحتواه الحالي (٧٥ مترا للمنسوب السابق للبحر، مطروح منها ٧ ـ ٨ مترا، لتكوين الغطاء الجليدي الجرينلندي، بالإضافة إلى ظروف ثانوية = ٦٥ مترا) وفي نفس الوقت ينبغي لنا افتراض عدم تكوين غطاء جليدي ذي أهمية حينئذ فوق القارة الانتاركتيكية، أو على الأكثر مجرد بداية لتكوينه .

وعلى العكس من ذلك ينبغي لنا أن نرتضي افتراض تكوين ما يقرب من نصف جليد القارة الأنتاركتيكية لتفسير انخفاض مستوى البحار العالمية إلى منسوب ٤٠ مترا، ثم إلى ٢٨ مترا، أثناء الفترة الدفيئة العظيمة التالية مندل ـ ريس (الرصيف القيرواني رقم ١)، وقد استمر بناء هذا الغطاء الجليدي حتى أصبح حجمه في غضون فترة إيم الدفيئة (الرصيف التيراني رقم ٢ أو الرصيف الموناستيري) يناهز حجمه الحالي، وبالتالي أضحى منسوب البحار العالمية آنئذ يداني منسوبها في وقتنا الحاضر .

وفي فترة المندل، على أكثر تقدير، وصل الغطاء الجليدي الانتاركتيكي (عقب استمرار هبوط منسوب البحار العالمية) إلى سمك استطاع معه البقاء والحفاظ على وجوده أثناء الفترات الدفيئة، ومن ثم كان من الصعب في أثناء الفترات الباردة أن تغزو الأعاصير قلب القلنسوة الهوائية الباردة الانتاركتيكية التي اشتدت برودتها، ولهذا لم يكن الغطاء الجليدي ليستطيع النمو إلا في الفترات الدفيئة. ولقد سبق لنا أن ارتضينا هذه النظرية (جودة ١٩٦٦م ص ١٧٥) التي قال بها باحثون قدماء، منهم سكوت R. F. Scott وميناردوس Meinardus (١٩٢٥)، وإذا صحت هذه النظرية فإنه ينبغي ـ كما أكد ذلك أيضا مورتنسين Mortensen

(١٩٦٢م) ـ للغطاء الجليدي الأنتاركتيكي أن يظهر اليوم في فترة الدفء الهولوسينية ميزانا موجبا. وهذا بالفعل ما توصلت إليه الأبحاث الحديثة الخاصة بالقارة القطبية الجنوبية (هوينكس ١٩٦٧ ص ٣٩٩)، فقد وجد أن متوسط نمو الجليد يعادل ما يزيد قليلا عن ٢ سم من المياه في السنة .

والجانب الموجب من هذا الميزان، ونقصد به حصيلة تراكم الثلج، يتباين في الفترة «الدفيئة» الحالية من منطقة لأخرى، ففي المناطق الهامشية يتراكم الثلج بمعدل يتراوح بين ٥٠ ـ ٧٠ سم في السنة، لكنه يتناقص فوق القطب الجنوبي نفسه، فيصبح بين ٧ ـ ٨ سم في السنة، وفي وسط شرق أنتاركتيكا، وهو أكثر اجزاء القارة ندرة في وصول الأعاصير، يهبط المعدل إلى ٥ر٣ سم في السنة .

وتجدر الإشارة أيضا إلى حقيقة أن الغطاء الجليدي الأنتاركتيكي في فترة الدفء التي اعقبت العصر الجليدي قبل ٦٠٠٠ سنة كان أعظم حجما منه في وقتنا الحالي (نتائج أبحاث تأريخ بالكربون ١٤ ) . وفي غضون فترة دفيئة أقدم (لم تتحدد بعد تماما، يقال: إنها الفترة الدفيئة الأخيرة السابقة للفورم ـ انظر فلون ١٩٦٣م) كانت ذات جليد انتاركتيكي أعظم وأضخم، كان الغطاء الجليدي فوق القارة القطبية الجنوبية أكثر سمكا منه حاليا بنحو ٣٠٠ متر في المتوسط، ويعادل هذا السمك وفق حسابات هوينكس (١٩٦٧م) زيادة في حجم الجليد، تتراوح بين ١٥٪ ـ ٢٠٪ من حجمه الحالي. وبافتراض أن التضاؤل السنوي في حجم الجليد منذ تلك الفترة التي بلغ فيها أوجه قد سار بمعدل سالب يساوي معدل الزيادة الموجبة السنوية الحالية في حجمه، وصل فلون (١٩٦٩م) إلى تأريخ هذا الأوج بفترة إيم الدفيئة .

وبدون التعرض لمناقشة هذا الافتراض المقبول، فإنه يتفق تماما مع نظريتنا التى سبق عرضها، والخاصة بالنمو المتأخر للغطاء الجليدي الأنتاركتيكي، بل إنه يعزز نتائج دراستنا الأخرى التي نعرضها في السطور التالية .

لقد وصلت الغطاءات الجليدية القطبية الشمالية في فترة جونز إلى سمك كبير، لكنها تعدته في أثناء فترة مندل إلى أوج، لم تتفوق عليه بعد ذلك حتى في فترة ريس . وقد صحبه نمو عظيم للقلنسوة الهوائية الباردة القطبية الشمالية، واتسع نطاق الجبهة القطبية، فتقدمت تقدما

كبيرا نحو الجنوب، مصحوبة بغزوات متكررة وكثيرة للهواء البارد، حتى إلى المنطقة الاستوائية، ومثل هذا لم يكن له وجود بعد في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، ولهذا فإن خط الاستواء الحراري، ونطاق الضغط المرتفع المداري، لم يكونا في البلايوستوسين الأسفل قد انتقلا بعد إلى موقعهما في الجانب الشمالي من خط الاستواء أثناء البلايوستوسين الحديث وفي العصر الحالي. ويمكن القول عامة إن النطاق الحار الذي انكمش انكماشا كبيرا أثناء عصر البلايوستوسين كان يقع تحت تأثيرات الجبهات القطبية من كلا الجانبين، وكان في أثناء ذلك العصر (على عكس الحال في الزمن الثالث) بمثابة نطاق مضطرب غير مستقر، سهل التزحزح والانتقال .

وابتداء من البلايوستوسين الأعلى (عقب مناسيب البحر ابتداء من فترة مندل ـ ريس الدفيئة) وصل الغطاء الجليدي الانتاركتيكي، وبالتالي القلنسوة الهوائية الباردة الأنتاركتيكية، بالتدريج إلى كامل حجمها. وإذا ما كان سمك الغطاء الجليدي الأنتاركتيكي في الفترات الدفيئة أكثر من سمكه بعض الشيء في فترات البرودة، فإنه لا بد وأن مخزن الهواء البارد كان في أثناء الفترات الباردة أعظم، وحتى في وقتنا الحالي يتكون أكثر من ٢٥٪ من حجم طبقة الترويوسفير السفلي فوق النصف الجنوبي من الكرة الأرضية في أثناء الشتاء الجنوبي من كتل هوائية، تهبط درجة حرارتها إلى درجة التجمد، بل وإلى ما دونها بكثير. وقد كان هذا القدر من التبريد اعظم بكثير تحت تأثير ظروف مناخ الفترة الباردة، مع وجود ما يقرب من نفس حجم الغطاء الجليدي .

لكن مثل هذه الظروف لم تكن موجودة أثناء الفترات الجليدية الأقدم، فهي قد ظهرت باكتمال بناء الغطاء الجليدي الانتاركتيكي في البلايوستوسين الأعلى. وقد وصل هذا الجليد الانتاركتيكي إلى أوج نموه واتساعه على ما يبدو في فترة إيم. وبناء على هذا فقد كان في بداية فترة فورم أعظم وأضخم منه في أي وقت منذ بداية عصر البلايوستوسين .

وبسبب ذلك حدثت عملية بعث وتنبيه للدورة الهوائية ـ نطاقيا وطوليا ـ شملت أيضا ولأول مرة النصف الجنوبي من الكرة الأرضية (وقد سبق أن حدث هذا في النصف الشمالي من الكرة الأرضية في البلايوستوسين القديم والأوسط)، لدرجة أن كل النطاقات المناخية (هوامش القلنسوة القطبية، ونطاق الرياح الغربية، ونطاق الضغط المرتفع دون المداري، ثم النطاق الحار المطير) قد تزحزحت جميعها وبشدة نحو الشمال .

وفضلا عن ذلك فإن هذا التبريد الأعظم الذي لم يحدث مثله للنصف الجنوبي من الكرة الأرضية منذ بداية عصر البلايوستوسين قد صحبه أيضا أشد تزحزح صوب الشمال لخط الاستواء الحراري، فوق النصف الشمالي من الكرة الأرضية. وقد ظهر تأثير ذلك في حدوث فترة مطيرة «استوائية» في الهامش الجنوبي من الصحراء .

ومع بداية فترة فورم أصبحت غزوات الهواء القطبي من الشمال أشد وأقوى، وهذه قد ولدت فترة «قطبية» في نفس الوقت على الهامش الشمالي من الصحراء، وكانت هذه الغزوات تستطيع آنذاك الوصول بسهولة إلى النطاق الاستوائى ذاته، ذلك النطاق الذي تزحزح شمالا مقتربا منها، وكانت تزيد من التساقط هناك عن طريق تقويتها للأعاصير المدارية .

ونحن لهذا نرى في تأخر بناء الغطاء الجليدي الأنتاركتيكي السبب الرئيسي في ظهور فترات مطيرة متعاصرة، وذات ارتباط ديناميكي في كلا الهامشين الشمالي والجنوبي للصحارى الإسلامية، ابتداء من البلايوستوسين الحديث، وخصوصا في فترة فورم .

وبنهاية فترة فورم اضمحلت مؤثرات الهواء القطبي من نصفي الكرة كليهما، وبعودة اشتداد نطاق الضغط المرتفع دون المداري اكتمل مرة أخرى اتساع نطاق الصحارى الإسلامية الجاف . وإذا ما دلت الشواهد على أن الغطاء الجليدي الأنتاركتيكي قد وصل مرة أخرى إلى سمك عظيم في فترة الدفء التي أعقبت الجليد، فإنه من الممكن حينئذ أن نتصور أن تأثيره غير المباشر قد شارك في ظهور فترة مطر الهولوسين الحديث في الهامش الجنوبي من صحارينا الإسلامية .

وتبقى بعد ذلك الإجابة على التساؤلات التي أثرناها في بداية البحث : ما مدى أهمية الفترات المطيرة السالفة لمناطق العمران الحالية في الصحارى الإسلامية ؟ وإلى أي حد يمكن استغلال خزانات المياه الجوفية «الحفرية» ؟ هل هي بمثابة مصادر مياه متناقصة، أم أن هناك عمليات تعويض ؟

ظهر من خلال عرضنا للتسلسل المناخي في صحارينا الإسلامية، منذ بداية الزمن الثالث، وحتى حلول الجفاف الحالى، تعاقب فترات المطر والجفاف، ولا شك أنه في أثناء فترات المطر المديدة كانت الحياة النباتية تينع وتزدهر، كما كانت الكميات الكبيرة من المياه تجد

طريقها إلى الأعماق، حيث تختزن في الطبقات الصخرية الرسوبية. والآن وقد حل الجفاف، غدت المياه الجوفية «الحفرية» تتحكم في وجود الحياة في صحارى العالم الإسلامي، وعلى استمرارها وتطورها. ومن هنا كان الجهد المبذول في التنقيب عن هذه الثروة، لتطوير وتوسيع مناطق مزروعه، أو لاستغلالها في مشروعات زراعية، وبالتالي تهيئة مناطق إستيطان واستقرار لسكان البوادي .

وليس أدل على أهمية الماء الحفرى المخزون من أن الملكية السائدة في قرى الوادي الجديد بصحراء مصر الغربية، هي ملكية المياه وليست ملكية الأرض، ذلك أن رقعة الأرض الممكن استغلالها في الزراعة تتوقف على كمية المياه التي تنبثق من الآبار والعيون. فالمياه الجوفية في صحارينا الإسلامية هي العامل المحدد لنوع الحيازة، لأنها المصدر الوحيد للري (باستثناء واحة وادي النيل في مصر وشمال السودان، وواحة السند الأدنى)، فمن يملك المياه له حق الانتفاع بالأرض التي تقع في زمام البئر أو العين، ولما كانت العيون والآبار معرضة دائما لخطر الانطماس بفعل الرمال التي تسببها الرياح، كما أنها معرضة لتناقص مياهها، لجأ السكان ـ لتأمين حياتهم ـ إلى توزيع ملكيتهم على عدد منها، بدلا من تركيزها حول بئر أو عين واحدة، مما يعرضها للضياع إذا ما انطمرت البئر أو العين أو جفت مياهها (علية حسين حسن ١٩٧٤) .

وإن أي دراسة لظروف المناخ الحالي بصحارينا الإسلامية (عبدالعزيز طريح ١٩٥٨، ١٩٦٢ وفاروق شاكر ١٩٧٣) تنتهي حتما إلى نتيجة سلبية فيما يختص بعمليات التعويض للمخزون المائى، فإن أي تساقط قد لا يصل إلى سطح البوادي الظمآنة. وقد تبين أن كل المياه الجوفية في الصحارى الإسلامية هي مياه حفرية يرجع أحدثها إلى أواخر عصر البلايوستوسين(*)، وأقدمها إلى عصور الزمن الثالث .

وليس من شك في أن صحارينا الإسلامية، والحالة هذه، هي من أقسى صحارى العالم،

(*) على وجه التحديد أواخر جليد فورم، أي منذ ٢٥٠٠٠ ـ ٤٥٠٠٠ سنة بالنسبة لمصر وليبيا (تنيتمش ١٩٦٢م. تقرير شركة أوكسيدنتال ١٩٦٨م، و ٤٠٠٠٠ سنة في طبقة المنجور، وهي إحدى الخزانات الثلاثة لتغذية مدينة الرياض بالمياه (A. Kadhi. 1877 ، عن فاروق شاكر ١٩٧٣) .

والاعتماد على المياه الجوفية في إقامة مجتمعات جديدة أمر محفوف بالمخاطر، فكيف سيكون الحال حينما يقل منسوب الماء الجوفي، أو تجف الآبار لا قدر الله ؟ لقد أجمع ٢٦ عالما من أمريكا وأستراليا، بالإضافة إلى عدد من علماء مصر، يمثلون كافة التخصصات المتعلقة بالصحارى، الذين اشتركوا في الحلقة الدراسية التي نظمتها الجامعة الأمريكية في القاهرة، في أواسط سبتمبر ١٩٧٨، على رأي واحد : هو عدم إقامة مشروعات ضخمة على المياه الجوفية التي تتناقص مع مرور الزمن، وإن التفاؤل الشديد، وكذلك التسرع سمتان لا مكان لهما في ميدان العمل الزراعي بالصحراء. وأوصى الجميع بالاعتماد على مياه النيل، بل ومياه البحر بحالتها، قبل التوسع في استخدام المياه الجوفية، وبالتالي ترشيد استخدام المياه في استزراع الأراضي المتاخمة للوادي، أو بالساحل الشمالي إلى عمق ٢٠ كم من البحر .

ونعود مرة أخرى إلى الوادى الجديد، فنعطيه كمثال للتأثير المباشر الذي تمارسه المياه الجوفية على مشروعات التنمية، فهي هناك المصدر الوحيد للزراعة، ويحصل عليها عن طريق الآبار التي حفرتها الهيئة المشرفة على تنفيذ المشروع. وكان مقدرا للآبار الإرتوازية أن تتدفق منها المياه ذاتيا لمدة لا تقل عن ١٥ سنة، فإذا ببعضها يحتاج للضخ بعد مضي ٦ أشهر فقط من بدء التشغيل (حافظ مصطفى ١٩٦٨م صفحات ٢٤٠ ـ ٢٩١)، كما أن طاقة الآبار أخذت في التناقص باستمرار، مما أدى إلى انكماش المساحات المزروعة، وترك أجزاء من الأراضي المستصلحة بدون زراعة، وبالتالي إعاقة تنفيذ الخطة كما كان مقررا لها. أضف إلى ذلك أن التركيب الكيميائى للمياه الجوفية كان له أثره السلبي أيضا، فقد نشأ عن زيادة نسبة الأملاح، بسبب كثرة السحب، تقليل فترة استهلاك البئر من عشر سنوات إلى خمس سنوات، وهذا يتطلب ضرورة حفر آبار جديدة باستمرار، مما يؤدي إلى زيادة نفقات المشروع .

وطبيعي أن تتناقص المياه المتدفقة من العيون والآبار القديمة التي يملكها السكان، بل إنها جفت تماما في القرى، نتيجة لحفر الآبار الجديدة التي تصل إلى أعماق أبعد من أعماق تلك الآبار، فانكمشت مساحة الأرض المزروعة، وتأثر النخل بقلة المياه، فقل محصول البلح الذي يعتمد عليه الأهالي اعتمادا أساسيا كمصدر للدخل .

هذا ويواجه المشروع صعوبات أخرى، منها: زحف الكثبان الرملية على القرى ومزارع النخيل والأراضى الزراعية والعيون والآبار، وموجات الحرارة الشديدة اللافحة التي تتلف

المزارع خاصة في الصيف، وصعوبة عمليات الصرف نتيجة لانسداد المصارف بالرمال، وازدياد ملوحة التربة، ثم مشكلة التسويق بسبب طول المسافات بين القرى وبينها وبين مدن وادي النيل، وبالتالي صعوبة ربط اقتصاد المنطقة ودمجه في الاقتصاد القومي. وترتب على هذا كله نقص العائد للأهالي من الزراعة وتربية الماشية، فنشأ عندهم عدم الثقة في المشروع كوسيلة لتحقيق مزيد من الربح والفائدة، وضعف إقبالهم على المشاركة في تنفيذه، وبالتالي فقدت التنمية هناك أحد المبادئ الهامة التي تعتمد عليها في تنفيذ خطتها، وهي المشاركة الإيجابية من جانب السكان .

وهناك أمثلة أخرى تدل دلالة قاطعة على أن المياه الجوفية في صحارينا الإسلامية خادعة، منها مشروع الكفرة الزراعي بليبيا . يوجد المشروع في منخفض الكفرة الواقع إلى الجنوب من بنغازي بنحو ١٠٠٠ كم، وينمو بالمنخفض نخيل التمر طبيعيا، وتعتمد محلات العمران في الواحات المبعثرة على زراعة معاشية، تقوم على الرى من العيون بالآبار. وفى عام ١٩٦٨م اكتشفت شركة أوكسيدنتال ـ أثناء تنقيبها عن البترول ـ كميات كبيرة من المياه الجوفية التي يقدر عمرها بنحو ٤٠٠٠٠ سنة في صخور الحجر الرملي النوبي. وحين وجدت الشركة أن المياه صالحة للري أنشأت مزرعة تجريبية مساحتها ٦٠٠ هكتار، وعلى الرغم من أن تربة المنخفض تتكون من رمال مجدبة، فإن إنتاجيتها من القمح والشعير وحشائش الحلفا كانت كبيرة، وذلك نتجة لاستخدام المياه والأسمدة بكميات وفيرة، كما تمت بنجاح تجربة تربية ٥٠٠ رأس من الأغنام الليبية .

وقد جرى تأميم المشروع في عام ١٩٧٠، ووُضع برنامج يهدف إلى استزراع ١٠٠٠٠ هكتار شرقي قرية الجوف، مع إمكانية استصلاح ١٠٠٠٠ هكتار أخرى في المستقبل، وتم حفر وتشغيل مائة بئر حتى عام ١٩٧٥. ويهدف المشروع الإنتاجي إلى تربية الأغنام للتصدير إلى مدن الساحل، ويلغ عددها في عام ١٩٧٥ حوالي ٢٥٠٠٠ رأس، ويؤمل أن يزداد العدد في المستقبل ليصل إلى ربع مليون رأس .

وتواجه المشروع صعوبات جمة أكثر حدة من مثيلاتها في الوادي الجديد، فالتربة هنا رملية قاحلة، وبدأت تظهر على سطحها الأملاح في هيئة قشرة سمكها ٣٠ سم، شديدة الصلابة رغم قصر عمر المشروع (قطاع رقم ٧ من بحث K.Atkinson 1875 )، والمسافة بعيدة بين

المشروع ومركزي التسويق الرئيسيين: بنغازي على بعد ١٠٠٠ كم، وطرابلس على بعد ١٣٥٠ كم. والتسويق في الظروف الحالية يكاد يكون مستحيلا، وقد باءت بالفشل تجربة نقل الأغنام بالطائرات حيّة إلى طرابلس وبنغازي في عام ١٩٧٥ (بمناسبة عيد الأضحى) .

ولا شك أن مياه الخزان الجوفي في منخفض الكفرة حفرية، ترجع إلى الزمن الثالث وعصر البلايوستوسين، وأدلة ذلك هناك كثيرة، تتمثل على الخصوص في التربات القديمة، وفي نظم للأودية فسيحة. وتمتلئ الأودية حاليا بحصى السرير إلى أعماق غير معلومة، ومثل هذه الظاهرات هي نتيجة لتعرية مائية حينما كان منسوب الماء الجوفي مرتفعا، وكانت الأمطار غزيرة، مما سمح بجريان سطحي مؤثر، أدى إلى تكوين شبكة الأودية. وهذا التفسير يتلاءم مع تكوين مخزن الماء الباطني في الصخور النوبية، وتراكم المياه فيه، وهو التفسير الذي نقترحه أيضا لتكوين الشكل العام للمنخفض ذاته (مع عوامل أخرى) أثناء عصر البلايوستوسين .

وقد ادعت شركة أوكسيدنتال أن العمر الاقتصادي للمخزن المائي الجوفي بالكفرة يزيد على ٥٠٠ سنة، حتى مع زيادة السحب إلى عشرة أمثال ما كان عليه في عام ١٩٧٠، حينما تم حفر ١١ بئرا. وفي نهاية عام ١٩٧٣ تم تحديد الاتساع الكلي للمخزن المائي بواسطة شركة فرنسية، قدرت عمره بنحو ٢٥٠ سنة، على أساس معدلات السحب في نفس العام. وفي عام ١٩٧٥ انخفض العمر ـ عن طريق دراسة لشركة ألمانية ـ إلى نصف قرن فقط !!

هذا التناقض المستمر في تقديرات عمر مخزن الماء الجوفي بالكفرة، بالإضافة إلى ما سبق أن رأيناه من تناقص تدفق المياه من آبار مشروع الوادي الجديد، ينفي نظرية بول J. Ball (١٩٢٧) وبوهيلستروم Bo Hellstrom (١٩٤٠م) التي تقول بمصدر متجدد لمياه واحات صحراء مصر الغربية والصحراء البرقاوية، يتمثل في الأمطار التي تتساقط على جبال تبستى وإردى Erdi وإينيدى Ennedi ومرتفعات اركنو والعوينات، والتي تمتصها طبقات الصخور الرملية، لكي تأخذ طريقها مع ميل الطبقات نحو الشمال .

وحين ننتقل من مصر وليبيا إلى المملكة العربية السعودية نجد أمثلة مشابهة، منها مشروع الأحساء. فقد ظهر بعد تشغيل المشروع أن حسابات الشركة الاستشارية لكميات المياه المخزونة خاطئة، وأنها لا تكفي مساحة العشرين ألف هكتار التي تم استزراعها، وقد

أخذ الأهالي يلمسون هذا النقص منذ بداية السبعينات (فاروق شاكر ١٩٧٣ ص ١٣٥)، ونرجو أن لا تعاني مساحات كبيرة من أراضي المشروع من نقص المياه .

هذا ويجيب فاروق شاكر في رسالته للماجستير عن المياه الجوفية بالمملكة العربية السعودية عام ١٩٧٣ عن تساؤلنا عما إذا كانت هناك عمليات تعويض للمياه الجوفية نتيجة للاستخدامات البشرية في المملكة، فيقول في صفحة ٤٣: «إن كمية التغذية معدومة في المملكة، أو بنظرة أكثر تفاؤلا، هي كمية محدودة لا تذكر، لأن كمية الأمطار الساقطة على أجزاء المملكة ـ كما ظهر من الدراسات السابقة (بقصد الدراسة المناخية صفحات ٢١ ـ ٤٤) قليلة، بينما نجد أن كمية التبخر كبيرة جدا، بسبب ارتفاع درجة الحرارة، أي أن كمية المياه تحت سطح الأرض التي ترجع إلى عصور سحيقة في تخزينها هي كمية محدودة، ولا تساهم الظروف المناخية الحاضرة في زيادة هذه الكمية أو المحافظة عليها» .

ويذكر الباحث نفسه ملاحظة أخرى في صفحة ٤٤ هي «عندما تكون التكوينات الجيولوجية في أرض المملكة من نوع قادر على التخزين تكون كمية الأمطار التي تصيبها قليلة، ولا نفع منها في عملية التغذية، كما هي الحال في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية والهضبة الوسطى. وعندما تكون التكوينات الجيوليوجية ذات طبيعة بلورية لا تسمح بتخزين المياه أو إنفاذه، كما هي الحال في تكوينات الدرع العربي والمرتفعات الجنوبية تكون كمية الأمطار كبيرة نوعا» .

وأعود إلى القول بأن التفاؤل الشديد، وكذلك التسرع، سمتان لا مكان لهما في ميدان العمل الزراعي بالصحراء. ويجب التخلي عن المشروعات الإنتاجية الكبيرة القائمة على الري من المياه الجوفية. وفي اعتقادنا أن أنجح مشروعات يمكن أن تُقام هناك ينبغي أن تكون محدودة الرقعة، وأن يكون هدفها مجرد تثبيت السكان المقيمين هناك، بتدبير عائد أكبر وتوفير حياة أفضل، حتى لا يجرفهم تيار الهجرة إلى العواصم والمدن الساحلية .

# المصـــادر


١ ـ السيد أحمد حامد (١٩٧٨) : النواحي الاجتماعية والثقافية للبيئة وأثرها في التنمية، في: «الإنسان والبيئة». منشورات جامعة الدول العربية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم . القاهرة .

٢ ـ جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدي. بحث في الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوستين. منشورات جامعة بيروت العربية .

٣ ـ جودة حسنين جودة (١٩٧٣) : حوض وادي القطارة بليبيا. مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية .

٤ ـ جوده حسنين جودة (١٩٧٣) : أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية، منشورات الجامعة الليبية. بنغازي جزء أول .

٥ ـ جودة حسنين جودة (١٩٧٥): أبحاث في جيورموفولوجية الأراضي الليبية. منشورات الجامعة الليبية بنغازي جزء ثان .

٦ ـ حافظ مصطفى محمد (١٩٦٨) : محافظة الوادي الجديد ـ دراسة جغرافية.رسالة دكتوراه غير منشورة. الإسكندرية .

٧ ـ عبدالعزيز طريح شرف (١٩٥٨) : مشكلة الأمطار في ليبيا . مجلة كلية الآداب والتربية، الجامعة الليبية، العدد الأول .

٨ ـ عبدالعزيز طريح شرف (١٩٦٢) : جغرافية ليبيا ـ الإسكندرية .

٩ ـ عليه حسين حسن (١٩٧٤) : التنمية والتغيير في المجتمعات المستحدثة . الإسكندرية .

١٠ ـ فاروق شاكر خضر السيد (١٩٧٣) : المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية وأثرها على الإنتاج الزراعي. رسالة ماجستير غير منشورة. الإسكندرية .

١١ ـ ميرزاييف، ك .، م. (١٩٧٠) : جيومورفولوجية سوريا : ترجمة عادل عبدالسلام .

12 - Atkinson, K. and others (1972) : Kufra : A changing - Shara Continuity. Faculty of Arts, Benghazi.
13 - Atkinson, K. (1975) : The Soils of the Kufra Cases - Libya. Benghazi.
14 - Backer, J. P.: (1927); Diskusionsbemerkungen auf 31. Deutschen Geogra-phentag, Wuerzburg.
15 - Ball, J. (1927) : Problems of the Libyan Desert. Geog. Jour. August, 1927.
16 - Balout, L.: (1952), Pluviaux interglaciares et L'rehistoires Saharienne. Trav. Inst. Rech. Sah., VIII.
17 - Bender. F. (1974): Geology of Jordan, Berlin.
18 - Bo Hellstrom (1940) : The Subterranean Water in the Libyan Desert, Geografiska Annaler, 22, pp. 206-239.
19 - Brunnacker, K. (1970) : Die Sedimente des Schetzdackes Ivon Jabrud (Syrien). Fundamenta, A, 2: 189 - 198, Kolon .
20 - Buedel, J.: (1952), Bericht ueber Klima-morphologische und Eiszeitforschungen in Niederafrica, Erdk. VI.
21 - Buedel, J.: (1962), Reliefgenerationen und Plio-pleistozaener Klimawandel in Hoggar-Gebirge. Erdk. IX.
22 - Buedel, J. : (1956), Sinai, die Wueste der Gesetzebildung. Abh. Akad. Raumforsch. u. Ld-Plan, Bermen 28.
23 - Buedel. J. : (1971), Morphogenese des Festlandes in Abhaengigkeit von den Klima-zonen. Die Natur Wissen, 48.
24 - Buedel. J.: (1965), Eiszeitalter und HeutioeeErdbild, Die Umschau, H. I.
25 - Burdon,D. (1969) : Hand Book of the Geology of Jordan.
26 - Butzer, K. W., : (1958), Quaternary stratigraphy and climates in the Near East. Bonner Geogr. Abhandl., 24.
27 - Butzer, K.W.: (1959) Contribution to the Pleistocene Geology of the Nile Valley. Erdk. KLLI.
28 - Butzer, K. W.: Hansen, C.L.: (1968) Desert and River in Nubia. Madison & London.
29 - Butzer, K. W. & Guerda, J. : (1967), Coastal Stratigraphy of Southern Mallorca and the Pleistocene Chronology of the Mediterranean Sea.-J. Leol. 70.
30 - Choubert, G. : (1957), Essai de correlation des formations continentales et Marines du Pleistocene au Moroc. Note V. Congr. INQUA.

31 - Fairbridge, R.W.: (1962), New Radiocarbon Dates of Nile sediments. Nature, 196, No. 4850.

32 - Fink, J. : (1972), Die Gliederung des Jung-Pleistozaen in Oesterreich, Mitt, Geol. Ges. Wien, 54.

33 - Flint, R.F.: (1957), Glacial and Bleistocene Geology,- New York.

34 - Flint, R. F. : (1972), Pleistocene climates in low Latitudes. Geogr. Review, Jan.

35 - Flohno H.: (1952), Atmosphaerische zirkulation und Polaeoklimatologie. Geolog. Rundsch. 40.

36 - Flohn, H.: (1969), Kontinental-Verschiebungen, Polwandrungen und Vorzeitklimate Imlichte Palaemomagnetisoher Messergebnisse. Naturwiss. Rundsch. 12.

37 - Flohn, H. : (1963), Zur meteorologischen interpretation der Pleistozaenen Klimaschwankungen. Eiszeital. u. Gegenw. 14.

38 - Gellert, J. F.: (1958), Kruze Bemerkungen zur Klimazonierung der Erde. Wiss. Zschr. Paed. Hochsch. Potzdam, 4.

39 - Gouda, G.H.: ( 1962 ), Untersuchungen an Loessen der Nodschweiz. Diss. Uni. Zuerich. Geogr. Helv.

40 - Graul, H. (1959), Der Verlauf des glazialeustatischen Meeresspiegelarstiegs berechnet an Hand Von C14 Datierung, Wiss. Abh. Deut. Geographentage. 33.

41 - Hack, J.T.: (1953), Geologic evidence of Late Pleistocene climates. Cambridge.

42 - Hey, R.W. (1963): Pleistocene Screes in Cryenaica (Libya). Eiszeitalter und gegenwart, Bd. 14, Oehringen.

43 - Kadhi, A. (1971): Some Basic informations about Riyadh Water Supply, (unpublished).

44 - Kaiser, K. (1973): Quartaer stratigraphische Untersuchungen aus dem Damaskas-Becken und seiner Umgebung Berlin.

45 - Knetsch, G. : (1950), Beobachtungen an der Lubischen Wueste. Geolog. Rundschau, 38.

46 - Knetschh G. : (1962), Geohydrological Ground Water Investigations in North-African Desert Regions by Means of Complex Methods. UN-Conference.

47 - Kubiena, W. L. : (1959), Uber die Braunlehmrelikte des Atakor (Hoggar-Gebirge, Zentral Sahara), Erdkunde IX.

48 - Kubiena, W.L. : (1963), Die Genese Lateritischer Profile als bodenkundiliches Problem, Wurezburg.

49 - Lefrance, J. P. : (1957), De Zuila aux lacs de la Marzoukia, Trav. Inst. Rech. Sah. xv, I.

50 - Mauny, M. R. : (1949) Sur la Prehistoire de la Presq'ile du Cap-vert. Etudes Senegalais. IFan, zdakar.

51 - Mensching, H. : (1953), Morphologische Studien in Hoben Atlas von Marokko. Wrzbg. Geogr. Arb. I.

52 - Mensching, H. : (1955), Das Quartaer in den Gebirgen Marokkos. Pet. Mitt. Erg. H. 256.

53 - Mensching, H. : (1960), Bericht und Gedanken zur Tagung der Kommission Fur Periglazial-forschung in der IGU in Morokko, 19-31. 10. 1959. Z. Geomorph. 4.

54 - Mortensen, H. : (1962), Heutiger Firnrueckgang and Eiszeitklima. zerdkunde VI.

55 - Murray, G.W.: (1952) The Water Beneath the Egyptian Western Desert. Geog. Jour.

56 - Murray, G.W. : (1953) The Artesian Water Beneath the Libyan Desert. Bulletin de la Societe de Geographie d'Egypte, 25 pp. 81 - 92.

57 - Pfannenstiel, M. : (1963), Das Quartaer der Levante, Teill II. Akad. d. Wiss. u. Lit. Mainz. Abh. - Nat Kl. Nr. 7 .

58 - Rutte, E. : (1956-1963) Die geologie des schienerberges (Bodnesee) und der Ohninger Fund statten. N. Jb. Geol. Pal. Abh., 102-106

59 - Schwarzbach, M. : (1961), Das Klima der Vorzeit, Stuttagart.

60 - Schwarzbach, M. : (1973), Das Alter der Wueste-Sahara. Neues Jb. Geol. Palaeont. Mh.

61 - Winkler, A. : (1967), Geologisches Kraeftespiel und Landformung. Wien.

62 - Wright, H. E. jr. : (1961), Late Pleistocene soil development, glacial and cultural change in the eastern Mediteranean Region. Ann. New York Academy Sci.

63 - Woldstedt, P. : (1976), Das Eiszeitalter. 3. Aufl. Stuttgart.

64 - Wuest, G. ; )1928), Der Ursprung der atlantischen Tiefen Wasser Z. Ges Erdk. Berlin.

65 - Zinderen-Bakker, E. M. : (1962), Palynology in Africa, seventh report (1960, 1961), Bloemfountein.

66 - Zinderen-Bakker, E.M: (1963), Palynology in Africa, seventh report (1960, 1961), Bloemfountein.

67 - Zinderen-Bakker, E.M. : (1963), Pflanzengeographische Probleme des africanishen Quartaers. Wuerzburg.